

Book of abstracts

VLIZ Young
Scientists' Day

Brugge, Belgium
5 March 2004

VLIZ Special Publication 17
2004

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Mees, J.; Seys J., eds (2004). VLIZ young scientists' day, Brugge, Belgium, 5 March 2004: VLIZ Special Publication, 17. Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ): Oostende, Belgium. x, 148 pp.

Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ)
Flanders Marine Institute
Vismijn, Pakhuizen 45-52
B-8400 Oostende, Belgium
Tel. +32-(0)59-34 21 30
Fax +32-(0)59-34 21 31
E-mail: info@vliz.be
<http://www.vliz.be>

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaandelijke schriftelijke toestemming van de uitgever.

ISSN 1377-0950

Preface

The Flanders Marine Institute (VLIZ) supports marine scientific research in Flanders. VLIZ offers logistic support, promotes expertise internationally, and serves as an interface between the scientific community, governmental bodies, and the public at large. VLIZ wants to give exposure to marine, coastal and estuarine research in Flanders, whereby coordination and dissemination of information play key roles.

Marine research in Flanders is carried out by the six Flemish universities, research institutes and departments of the Flemish and federal authorities, and to a lesser extent by private enterprises. The major broad disciplines covered are: biology, earth sciences, chemistry, physics, aquaculture and fisheries, engineering, and maritime affairs. Annually, VLIZ bundles the scientific contributions of the Flemish marine researchers in the 'VLIZ Collected Reprints'. VLIZ increases the visibility of marine research in Flanders by producing publications, organizing symposia and granting scientific awards.

On Friday, 5 March 2004, the fourth 'VLIZ Young Scientists' Day' (145 pre-registered participants) was organized in Provinciehuis Boeverbos, Sint-Andries (Brugge), Belgium.

Programme:

- two plenary lectures by senior scientists
- four oral presentations by young scientists
- poster competition for young scientists
- demonstrations of marine and coastal databases and services
- presentation by laureates of 'VLIZ aanmoedigingsprijzen mariene wetenschappen 2003' and 'Annual VLIZ North Sea Award 2003'

This 'VLIZ Special Publication 17' comprises the abstracts of the oral, poster and demo presentations as well as the summaries submitted by the laureates and applicants of the 'VLIZ aanmoedigingsprijzen mariene wetenschappen 2003' and 'Annual VLIZ North Sea Award 2003'.

Dr Jan Mees
Director VLIZ

Table of Contents

Laureates VLIZ aanmoedigingsprijzen mariene wetenschappen 2003

de Brauwere Anouk. Optimalisatie en validatie van biogeochemische modellen	2
Van de Putte Anton. Modellerings van groei en predatie van haring (<i>Clupea harengus</i>) in het Schelde-estuarium.....	7

Laureate Annual VLIZ North Sea Award 2003

Verslycke Tim. Endocrine disruption in the estuarine invertebrate <i>Neomysis integer</i> (Crustacea: Mysidacea)	14
---	----

Oral presentations

Heip Carlo. Why there are no famous Belgians	20
Covaci Adrian. Distribution of organic pollutants in the Belgian North Sea and Scheldt Estuary	21
Missiaen Tine. Marine dump site research – the need for multidisciplinary approach	23
Toffoli Alessandro and Jaak Monbaliu. Freak waves: myths and facts	24
Verween Annick. Towards an ecologically and economically sound biofouling control of <i>Mytilopsis leucophaeata</i> in the harbour of Antwerp (Belgium)	25
Pissierssens Peter. IODE: Oceanographic data and information management in an international context	26

Poster & demo presentations

Adam Stefanie. Hyperspectral mapping of mudflats: 'De Ijzermunding' (Belgium)	29
Alvera Azcárate Aida, Alexander Barth, Zied Ben Bouallègue, Luc Vandenbulcke, Michel Rixen and Jean-Marie. Field forecast verification in the Mediterranean Sea. Discrete wavelet transforms of an assimilation experiment in a two-way nested model of the Ligurian sea	30
Alvera Azcárate Aide, Alexander Barth, Michel Rixen and Jean-Marie Beckers. Reconstruction of incomplete satellite images in the Adriatic sea. Study of an upwelling in the Albanian coast	31

Appeltans Ward and Edward Vanden Berghe. How many species are there in the North Sea?	32
Azémar Frédéric, Frank Fiers and Micky Tackx. Zooplankton distribution across the brackish and freshwater zone of the Scheldt Estuary.....	33
Belpaeme Kathy, Ann-Katrien Lescrauwaet, Francisco Hernandez, Edward Vanden Berghe and Jan Mees. Sustainability indicators for the Belgian Coast.....	34
Beyst Bregje. A new Scheldt initiative: a Flemish branch of the Scheldt InformationCenter – Een nieuw Schelde-initiatief: een Vlaamse afdeling van het Schelde InformatieCentrum.....	36
Boden Gert and Jos Snoeks. FishBase: encyclopaedia and research tool.....	38
Brasseur Robert, Marc Humblet, Hillaire-Marcel Claude and Nathalie Fagel. Nd and Pb isotope signatures of the clay-size fraction of Labrador sea sediments during the Holocene: implications for the inception of modern deep circulation pattern.....	39
Casteleyn Griet, Victor Chepurinov, Koen Sabbe and Wim Vyverman. Reproductive, genetic and phenotypic variation patterns in relation to toxicity in the Pseudo-nitzschia pungens/multiseriis complex	40
de Brauwere Anouk. Optimization and validation of biogeochemical models.....	41
De Vos Leen. Optimisation of scour protection of offshore wind farms under combined hydrodynamical loading	42
Delille Bruno, Anne J. Trevena, Delphine Lannuzel, Marie-Line Sauvée, Bronte Tilbrook, Michel Frankignoulle, Alberto V. Borges and Jean-Louis Tison. Carbon dioxide transfer at the ice-sea and air-ice interfaces: a step towards the end of a long-lived paradigm?.....	43
Deprez Tim. Mysida taxonomy – more than describing new species.....	44
Devolder Mia, Karien De Cauwer, Siegrid Jans and Serge Scory. An online marine environmental database developed for scientists and decision makers.....	45
Di Nitto Diana, Farid Dahdouh-Guebas, Hugo Declerck, James Kairo and Nico Koedam. Digital terrain modelling and propagule dispersal in Kenyan mangroves with a zoned vegetation structure (Gazi Bay)	46
Draisma Stefano, Filip Volckaert, Bart Hellemans and Peter Bossier. Gene flow among European populations of Dover Sole (<i>Solea solea</i> , Teleostei).....	47
ECOMAMA first year students 2002-2003, Valentine Mubiana and Natalie Beenaerts. International ECOMAMA community meets benthic communities at De Panne.....	48
Gazeau Frédéric, Alberto Viera Borges, Laure-Sophie Schiettecatte, Jack Middelburg, Michel Frankignoulle and Jean-Pierre Gattuso. Pelagic metabolism of the Scheldt Estuary measured by the oxygen method on an annual scale	49

Ghekiere An, Tim Verslycke and Colin Janssen. Non-target effects of the insecticide methoprene on molting of mysid shrimp (Crustacea; Mysidacea)	50
Gillikin David P., Dirk Steenmans, Li Meng, Tang Haiteng, Hans Ulens, Frank Dehairs, Willy Baeyens, Jacques Navez, Luc Andre, Eddy Keppens, and the CALMARs group. Bivalves as environmental archives	51
Goffin Annelies, Steven Degraer and Magda Vincx. MAFCONS: Managing fisheries to conserve ground fish and benthic invertebrate species diversity	52
Gypens Nathalie and Christiane Lancelot. Modelling present-day diatom- <i>Phaeocystis</i> blooms in Belgian coastal waters and their response to nutrient enrichment	53
Harlay Jérôme, Lei Chou, Nathalie Roevros, Roland Wollast, Bruno Delille, Katrien Aerts, Pascale-Emmanuelle Lapernat. On the coupling of primary production and calcification at the continental margin	54
Hoste Eveline, Thomas Soltwedel, Sandra Vanhove and Ann Vanreusel. The temporal variation in the meiobenthos along a bathymetrical gradient ('Hausgarten', Arctica'): impact of climate oscillations.....	55
Lescrauwaet Ann-Katrien, Jan Mees, Francisco Hernandez, Edward Vanden Berghe and Kathy Belpaeme. Integrated Coastal Zone Management (ICZM) in the Southern North Sea: sustainability indicators for communication, monitoring and management guidance.....	56
Mathys Mieke, Olaf Thießen, Friedrich Theilen and Mark Schmidt. Seismic characterisation of gas-rich near surface sediments in the Arkona Basin, Baltic Sea.....	57
Meire Patrick and Ann Govaerts. Scheldefonds vzw	58
Monteyne Els M. and Patrick Roose. Concentration and patterns of PAHs along the salinity gradient of the Scheldt Estuary	59
Peeters Marc. 'Biodiversity in Belgium' – present and future	60
Poelmans Sofie, Katia De Wasch, Dirk Courtheyn, Nathalie Van Hoof, Herline Noppe, Colin Janssen and Hubert De Brabander. Metabolisation experiments with the invertebrate <i>Neomysis integer</i> , a study of some new anabolic drugs.....	61
Raick Caroline, Eric J.M. Delhez, Karline Soetaert and Marilaure Gregoire. Modelling the seasonal cycle of the biological productivity in the Ligurian Sea by means of a 1D interdisciplinary model	63
Rwabuhungu Digne, Lei Chou, Roland Wollast, Frank Dehairs and Nathalie Roevros. Origin and behaviour of dissolved inorganic carbon in Lake Kivu as traced by stable carbon isotopes.....	64

Schiettecatte Laure-Sophie, Michel Frankignoulle, Lei Chou and Alberto Vieira Borges. Dissolved inorganic carbon cycle in the maximum turbidity zone of the upper Scheldt Estuary	65
Sirjacobs D., F. Tempera, F. Cardigos, S. Gobert, G. Lepoint, R.S. Santos and J.-M. Bouquegneau. Study of the structure, distribution and dynamics of <i>Codium</i> <i>elisabethae</i> populations in the Azorian reef ecosystem, use of submarine image analysis.....	66
Steenmans Dirk, Koenraad Ghys, Boris Balancier, Alessandra Gagliardi and Angelika Merkel. Flux of matter and energy from sea to land in northwest Spitsbergen	68
Van Cuong Truong and Nanette Daro. The development of phytoplankton in the sewage polluted seawater taken in Oostende port (Belgium) when diluted with synthetic seawater at different levels as derived from the result of the pigment analysis.....	69
Van de Putte Anton, Joachim Maes, Karin Limburg and Frans Ollevier. The role of North Sea estuaries for young herring: a dynamic model for the life history of <i>Clupea harengus</i>	70
Van de Vijver K.I., P. Hoff, K. Das, W. Van Dongen E.L. Esmans, J.M. Bouquegneau, R. Blust, W.M. De Coen. Perfluorinated organochemicals: new threat for marine mammals.....	71
Van den Bossche Koen. Reforming the European Common Fisheries Policy	72
Van den Broeck Heidi, Karin Breugelmans, Hans De Wolf and Thierry Backeljau. Macrogeographic mtDNA differentiation in the Macaronesian periwinkle, <i>Littorina striata</i> (Mollusca: Caenogastropoda)	73
Van den Meersche Karel, Karline Soetaert, Jack Middelburg, Carlo Heip and Magda Vincx. The microbial food web in the estuarine water column: a link or a sink?	74
Van Hoey Gert, Hilde Pelgrim, Steven Degraer and Magda Vincx. The effects of recruitment on the community parameters within the <i>Abra alba</i> – <i>Mysella</i> <i>bidentata</i> community on the Belgian Continental Shelf.....	75
Van Riel Patrick, Karin Breugelmans, Hans De Wolf, Natalia Mikhailova and Thierry Backeljau. Analysis of mitochondrial DNA variation via PCR-SSCP reveals micro- and macrogeographic genetic heterogeneity in the planktonic developing periwinkle, <i>Melaraphe neritoides</i> (Caenogastropoda, Littorinidae)	76
Vanden Berghe Edward and Ward Appeltans. The European register for marine species revived.....	77
Vandenbulcke L., A. Barth, A. Alvera-Alcazarate, Z. Ben Bouallegue, M. Rixen, J-M. Beckers. Data assimilation in a nested model of the Gulf of Lions	78

Vandendriessche Sofie, Magda Vincx and Steven Degraer. Ephemeral neustonic macrofaunal communities on floating seaweeds	79
Vangeluwe Denis, Gilles Lepoint, Jean-Marie Bouqueneau and Sylvie Gobert. Effect of experimental transplantation on growth, biomass and C, N, P, Fe distribution in the leaves and the belowground parts of <i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile	80
Verhaeghe Hadewych. Neural network prediction of wave overtopping at coastal structures	81
Verleyen Elie, Dominic A. Hodgson, Peter R. Leavitt, Koen Sabbe and Wim Vyverman. Quantifying habitat-specific diatom production: a critical assessment using 55 morphological and biochemical markers in coastal Antarctic lake sediments	83
Verslycke T., A. Ghekiere, N. Fockedey, P. Roose, K. De Wash, D. Vethaak, E. Monteyne, H. Noppe, M. Vincx, H. De Brabander and C.R. Janssen. The ENDIS-RISKS project: endocrine disruption in the Scheldt Estuary – distribution, exposure and effects	84
Zintzen Vincent, Claude Massin, Alain Norro, André Cattijse, Edward Vanden Berghe, Steven Degraer, Maaïke Steyaert, Magda Vincx and Jérôme Mallefet. Belgian shipwrecks: hotspots for marine biodiversity	85

Applicants VLIZ aanmoedigingsprijzen mariene wetenschappen 2003

Briga Michael. Reproduction and investment parameters in combination with an identification tool in the southern elephant seal (<i>Miranga leonine</i>)	87
Constant Magali. An analysis of the complexity of the vocal communication channel of the Southern Right Whale (<i>Eubalaena australis</i>) at one of its breeding grounds, Peninsula Valdés, Argentina	89
De Ridder Joke. De populatiedynamiek en het koloniedrag van de Zuid-Amerikaanse zeeleeuw, <i>Otaria byronia</i> , rond Península Valdés	94
Di Nitto Diana. Digitale terreinmodellering en propagulenspreiding in Keniaanse mangroven met een gezoneerde vegetatiestructuur (Gazi Bay)	96
Gheerardyn Hendrik. Aanzet tot het opstellen van de macrobenthische waarderingskaart van het Belgisch Continentaal Plat	101
Maes Evelyne. Breeding biology and population dynamics of the Southern Elephant Seal (<i>Mirounga leonina</i>) at Punta Norte, Península Valdés, Argentina	104
Meert Ivy. Assessment of the sustainability of a community based ecotouristic project and in introduction (or preliminary research) to its ecological footprint, in mangrove areas of Pambala, Sri Lanka	110

Said Mohammed Omar. A field evaluation of metallothionein as a biomarker of metal exposure: the effects of energy reserves and condition	111
Van den Meersche Karel. Koppeling van koolstof- en stikstofmetabolisme van algen en bacteriën in een estuarien pelagisch ecosysteem: bepaling door modelleren van een pulse-chase experiment met ¹³ C-labelling	112
Van Nieuwenhove Bart. Akoestische en sedimentologische karakterisering van zand-slib mengsels in de Belgische kustnabije zone	115
Vandepitte Leen. Onderzoek van het effect van habitatfragmentatie op meiofauna aan de hand van kolonisatie-experimenten in een Mexicaans zeegrasveld.....	120
Verheyden Karolien. Hormoonverstoring bij estuariene invertebraat <i>Neomysis integer</i> (Crustacea; Mysidacea)	123
Wackenier Lieslotte. Evapotranspiratie van de kruidvegetatie in de vochtige duinvalleien van het Vlaamse natuurreservaat De Westhoek.....	127
Willems Wouter. Cladistische analyse van het taxon Trigonostomidae Graff, 1905 (Turbellaria, Plathyhelminthes) aan de hand van morfologische data.....	132

Applicants VLIZ North Sea Award 2003

Bonne Wendy. Benthic copepod communities in relation to natural and anthropogenic influences in the North Sea	135
Hans De Blauwe. Ribkwallen (Ctenophora), schijfkwallen en medusevormende hydroïden (Cnidaria: Scyphozoa Hydrozoa) te Zeebrugge, resultaten van 5 jaar waarnemingen (1999-2003).....	142
Hampel Henrietta. Factors influencing the habitat value of tidal marshes for nekton in the Westerschelde estuary	144

VLIZ aanmoedigingsprijzen mariene wetenschappen 2003

Jaarlijks kent het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ) twee prijzen toe ter bekroning van twee afstudeerwerken (universitaire tweede cyclus of HOBU lange type). Zowel fundamentele als toegepaste onderzoeksonderwerpen in alle takken van de mariene wetenschappen komen in aanmerking. De prijzen bedragen elk 500 EUR en zijn voorbehouden aan jonge onderzoekers die ten hoogste twee jaar afgestudeerd zijn aan een Vlaamse universiteit of hogeschool.

De aanmoedigingsprijzen 2003 werden ex aequo toegekend aan:

Anouk de Brauwere

voor het werk getiteld:

Optimalisatie en validatie van biogeochemische modellen

Anton Van de Putte

voor het werk getiteld:

**Modellering van groei en predatie van haring (*Clupea harengus*)
in het Schelde-estuarium**

OPTIMALISATIE EN VALIDATIE VAN BIOGEOCHEMISCHE MODELLEN

de Brauwere Anouk

Departement Scheikunde, Analytische en Milieuchemie (ANCH), Vrije Universiteit Brussel
Pleinlaan 2, B-1050 Brussel
E-mail: adebrauw@vub.ac.be

Algemeen kader en doelstelling

Deze studie kadert in het onderzoek naar het belang van de biologische pomp als mechanisme voor de opname van CO_2 door de oceanen.

Het doel van het onderzoek is het schatten van de uitwisselingssnelheden tussen nutriëntreservoirs in mariene systemen, en terzelfdertijd uitspraken kunnen doen over de onzekerheid op die schatting, voor zowel random als systematische variaties: hoe betrouwbaar zijn de geschatte snelheden en hoe waarschijnlijk is het vooropgestelde model?

Voor het bepalen van deze snelheden, moeten in het algemeen de volgende stappen doorlopen worden:

- (1) hypothesen betreffende de beschouwde processen en opstellen van bijbehorende modelvergelijkingen,
- (2) geschikte metingen uitvoeren (in deze studie de aanrijkingsexperimenten met stabiele isotopen van Si en N),
- (3) keuze van een kostfunctie, en
- (4) keuze en uitvoering van een optimalisatietechniek.

Om betrouwbare resultaten voor de gezochte uitwisselingssnelheden te bekomen, moet elk van deze stappen zo nauwkeurig mogelijk gebeuren. Dit onderzoek concentreert zich vooral op de laatste twee stappen. Hierbij wordt ook aandacht besteed aan een accurate schatting van de onzekerheid op de berekende snelheden en aan een validatie van de gebruikte metingen en het veronderstelde model.

Deel A: Silicium cyclus

In het eerste deel werden de consumptie- en regeneratiesnelheid van silicium in mariene systemen bepaald. De beschouwde processen werden voorgesteld door een compartimenteel model (zie Fig. 1). Gezien de uitwisselingssnelheden (hier U en R) niet rechtstreeks kunnen gemeten worden, kwantificeert men de nutriëntreservoirs op verschillende tijdstippen gedurende een aanrijkingsexperiment. Het verband tussen de gezochte snelheden U , R en de gemeten concentraties en abundanties liggen vast in de gemaakte hypothesen en komen tot uiting in de modelvergelijkingen. Om de processen zo realistisch mogelijk te modelleren, werden niet-lineaire modelvergelijkingen gebruikt. Deze hebben echter het nadeel dat de gezochte uitwisselingssnelheden niet expliciet als functie van de metingen kunnen geschreven worden.

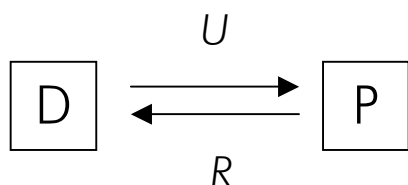


Fig. 1. Schematische voorstelling van het model gebruikt om de uitwisseling van silicium tussen de opgeloste (D) en particulaire fase (P) voor te stellen. U en R zijn resp. de opname- en regeneratiesnelheid van Si.

Om U en R te berekenen werd daarom een *kostfunctie* ingevoerd. Een kostfunctie drukt uit hoe goed de metingen beschreven worden door het model, m.a.w. het is een soort 'afstand' tussen meting en voorspelde modelwaarde. De beste waarden voor U en R komen dan overeen met een minimale kostfunctiewaarde. Deze minimale kostfunctiewaarde is in het algemene geval niet gelijk aan nul. Die residuele waarde kan vergeleken worden met een theoretisch verwachte waarde en levert zo informatie over (i) de geschatte meetonzekerheden en (ii) de accuraatheid waarmee

het gekozen model de metingen beschrijft. Deze extra informatie over de accuratesse is bijzonder interessant omdat in dit type van biochemische experimenten het zo goed als onmogelijk is om via bijvoorbeeld standaarden of referentiematerialen de juistheid te bepalen.

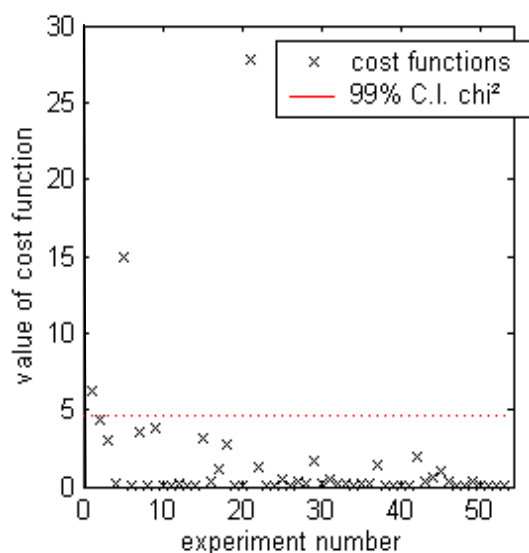


Fig. 2. Overzicht van de 53 minimale kostfuncties, vergeleken met het theoretische 99% betrouwbaarheidsinterval.

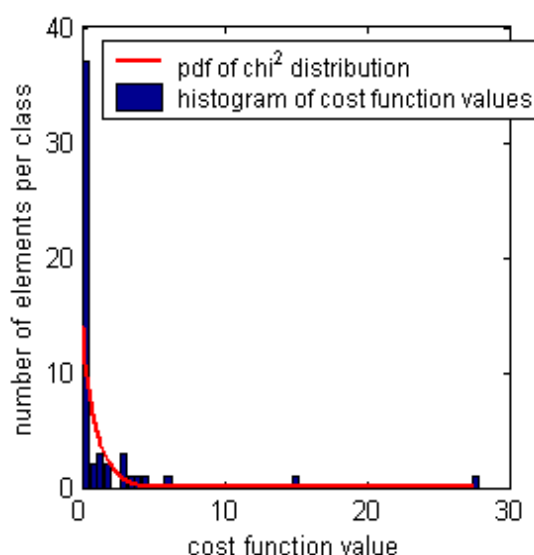


Fig. 3. Dezelfde kostfunctiewaarden als in Fig. 2, deze keer uitgezet in een histogram en vergeleken met de theoretisch verwachte curve.

Deze aanpak maakt het ten eerste mogelijk om voor één individueel experiment na te gaan of het een 'outlier' betreft of niet, zonder het te vergelijken met andere experimenten.

In een tweede stap werd de methode toegepast op een reeks van 53 experimenten. In Fig. 2 en 3 worden de resultaten gevisualiseerd en vergeleken met de theoretische verwachtingen. De volgende conclusies konden hieruit getrokken worden:

- (1) Het gekozen model mag aanvaard worden, gezien de grote meerderheid van de resultaten binnen het theoretisch verwachte 99% betrouwbaarheidsinterval ligt (zie Fig. 2).
- (2) De drie 'outliers' die toch aanwezig zijn, kunnen verklaard worden door een fout tijdens het meetproces (gezien het model aanvaardbaar is).
- (3) Het overschot aan lage kostfunctiewaarden (zie Fig. 3) kan enkel verklaard worden door een overschatting van de experimentele onzekerheden, opgegeven door de experimentator.

Deze conclusies zijn een belangrijke feedback naar de experimentator toe betreffende de kwaliteit van de metingen en het model.

Deel B: onzekerheden op de geschatte snelheden

In het vorige deel werd vooral aandacht besteed aan de schatting van de gezochte snelheden en de statistische interpretatie van de minimale kostfunctie, die unieke informatie kan leveren over de kwaliteit van zowel het gekozen model als de gebruikte metingen. In dit tweede deel werd gefocust op een accurate bepaling van de onzekerheid op de bekomen snelheden (bijvoorbeeld U en R). Die onzekerheden worden beïnvloed door elke stap van de procedure: (1) het ontwerpen en uitvoeren van het experiment, (2) het postuleren van het onderliggende model, (3) de keuze van de kostfunctie en (4) de eigenlijke optimalisatie, of het zoeken naar het kostfunctieminimum. In ons werk werd hoofdzakelijk de invloed van de laatste twee stappen onderzocht.

Een eerste methode voor het benaderd kwantificeren van de onzekerheden is gebaseerd op de – algemeen gemaakte, maar duidelijk ongeldige – hypothese dat de input-metingen gekend zijn met verwaarloosbare onzekerheid. Een evaluatie van de accuraatheid van deze onzekerheidsschatting werd doorgevoerd gebruikmakend van simulaties, en openbaarde dat de zo bekomen onzekerheden significante onderschattingen zijn van de werkelijke variaties. Onze bijdrage bestond in het voorstellen van een verbeterde onzekerheidsschatting, gebaseerd op een meer realistische visie van het experiment: zowel input- als output-metingen bezitten significante random variaties en moeten dus in rekening worden gebracht. De onzekerheden geschat met deze verbeterde methode bleken accurater te zijn. Bovendien biedt de methode het voordeel van veel sneller te zijn dan andere huidige gebruikte onzekerheidsberekeningen, zoals bijvoorbeeld Monte-Carlo simulaties.

Deel C: globale optimalisatie getest op enkele stikstofcyclusmodellen

In dit laatste deel werd de optimalisatiestap op zich meer in detail bekeken. Een nieuwe optimalisatieprocedure werd toegepast op een reeks stikstofmodellen van toenemende complexiteit. Deze methode, die gebaseerd is op intervalrekenkunde, is compleet verschillend t.o.v. klassiek gebruikte optimalisatie-algoritmen (bijvoorbeeld Newton-Gauss). Het unieke voordeel tegenover die klassieke methoden is dat het *garandeert* alle globale optimizers te vinden in een gegeven parameter ruimte. Klassieke technieken kunnen inderdaad niet bewijzen dat hun finale resultaat werkelijk overeenkomt met het globale en enige minimum van de kostfunctie. Deze 'onzekerheid' wordt meestal over

het hoofd gezien, maar kan grote gevolgen hebben voor de interpretatie van de gevonden 'optimale' parameters. Zo kan een klassieke methode niet garanderen dat deze echt optimaal zijn, of, in geval van multimodale situaties, dat ze de enige optimale parameters zijn. De globale optimalisatiemethode sluit deze onzekerheden uit. Een tweede, technisch voordeel van de methode is dat de moeilijke, soms zelfs onmogelijke zoektocht naar startwaarden (nodig voor de klassieke algoritmen) overbodig wordt.

Een eerste doelstelling was het testen van de globale optimalisatiemethode wat betreft zijn toepasbaarheid. Is het gebruiksvriendelijk en levert het bevredigende resultaten? Het antwoord is tweeledig. Enerzijds zijn de optimalisatieresultaten adequaat en bijzondere gevallen met meerdere globale minima worden zonder probleem opgelost. Anderzijds lijken de rekentijd en het nodige computergeheugen snel toe te nemen met modelcomplexiteit en aantal te schatten parameters. De limitaties van de methode zijn echter zuiver van technische aard en kunnen tot op zekere hoogte opgelost worden door de vergelijkingen te herparametriseren, het programmeren van contractoren (een bijkomend stukje programma) en een beter management van het computergeheugen.

We zijn in staat geweest de techniek te implementeren in de studie van biogeochemische modellen. Daaruit vloeide een tweede doelstelling, namelijk het toepassen van de globale optimalisatie op modellen voor stikstofcycli van toenemende complexiteit. Uitgaande van de unieke karakteristieken van de techniek, hebben we voorgesteld om de globale optimalisatie te bekijken als een *screening* methode. Dit betekent dat elke data set eerst de globale optimalisatie moet doorlopen, met het doel een globaal overzicht te hebben van de oplossingen. Afhankelijk van de uitkomst, moeten mogelijk bijkomende beslissingen genomen worden om uiteindelijk één set optimale parameters te behouden.

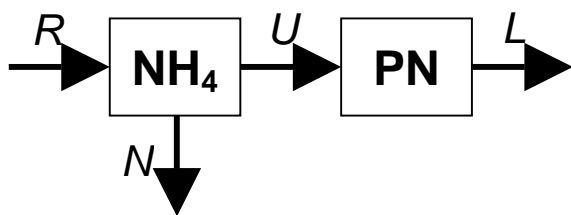


Fig. 4. Schematische voorstelling van eenvoudig stikstofmodel. De fluxen R (regeneratie), U (opname), N (nitrificatie) en L (verlies uit PN) worden gezocht en daartoe heeft men de reservoirs 'NH₄' (opgelost ammonium) en 'PN' (particulair stikstof) gekwantificeerd vóór en na incubatie met ¹⁵N.

Bijkomend hebben we de relatie tussen modelstructuur en het aantal (globaal) optimale parameters bestudeerd, gebruikmakend van globale optimalisatie. Het verband werd onderzocht met simulaties, zonder effecten zoals random variaties en modelfouten te beschouwen. Een van de belangwekkende resultaten van de analyse is dat het model voorgesteld in Fig. 4 geen eenduidige oplossingen voor de gezochte fluxen *kan* leveren: de twee situaties voorgesteld in Fig. 5 kunnen niet onderscheiden worden op basis van de gemaakte metingen. Om de fluxen toch eenduidig te kunnen bepalen moet bijvoorbeeld een compartiment aan het model toegevoegd worden, hetgeen neerkomt op het toevoegen van metingen. Dit is belangrijke informatie naar mogelijke gebruikers toe, gezien een klassieke optimalisatie geen enkel probleem zou laten vermoeden. Deze werkwijze levert dus feitelijk een *wiskundige* validatie van een model: veronderstellend dat het *biologisch* representatief is, wordt nagegaan of het op

wiskundig vlak betrouwbaar is. Zoals geïllustreerd in voorgaand voorbeeld, heeft dit belangrijke gevolgen voor de fysische interpretatie van de resultaten.

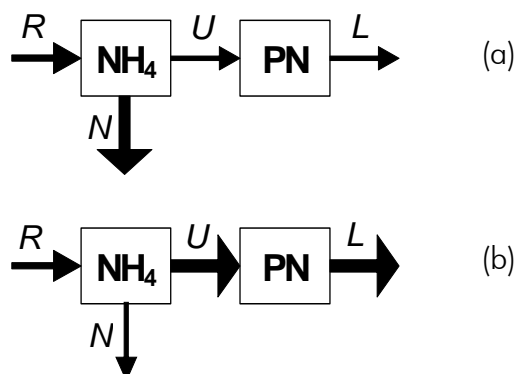


Fig. 5. Twee uiterst verschillende fysische situaties die niet kunnen onderscheiden worden uitgaande van een klassiek aanrijkingsexperiment waarbij de twee voorgestelde 'pools' worden gekwantificeerd aan het begin en het einde van de incubatie.

(a) U en L hebben kleine waarden, terwijl N groot is.
(b) de tegengestelde situatie: U en L zijn groot, N is klein.

De R -flux is wel eenduidig te bepalen.

Conclusie

Is er nog leven na het experiment?

Ieder onderzoek vertrekt uiteraard van betrouwbare metingen en een doordacht model. In deze thesis ligt de nadruk echter op het zinvolle werk dat dáárna nog kan gedaan worden.

Om de gezochte snelheden te vinden, werd de kostfunctie-aanpak gebruikt. Deze leverde bovendien een feedback over de kwaliteit van de gebruikte metingen en model: het gepostuleerde model werd gevalideerd en de experimentator kreeg belangrijke informatie over zijn meetonzekerheden en het voorkomen van echte meetfouten.

Ook al zijn de snelheden accuraat berekend, zonder een onzekerheid weet men nog niets. Daarom werd de onzekerheidsschatting eveneens onder de loep genomen en vervolgens verbeterd om de accuraatheid ervan te verhogen.

Uiteindelijk werd een nieuwe optimalisatiemethode getest. Ondanks zekere beperkingen in toepasbaarheid (op dit moment), blijkt het toch een uiterst nuttige methode door de unieke garanties die hij biedt. Een van de toepassingen is de wiskundige validatie van modellen, hetgeen belangrijke gevolgen heeft voor de eenduidigheid van de fysische interpretatie. In dit kader werd een reeks stikstofmodellen geanalyseerd en dit heeft ons in staat gesteld een problematisch model te ontmaskeren. De toepasbaarheid is echter zeker niet beperkt tot deze modellen: andere types van biogeochemische modellen kunnen eveneens met deze methode gevalideerd worden.

MODELLERING VAN GROEI EN PREDATIE VAN HARING (*CLUPEA HARENGUS*) IN HET SCHELDE-ESTUARIUM

Van de Putte Anton

Katholieke Universiteit Leuven, Departement Biologie, Laboratorium voor Aquatische Ecologie
Charles De Bériotstraat 32, B-3000 Leuven
E-mail: anton.vandeputte@bio.kuleuven.be

Estuaria spelen dankzij een hoge voedselconcentratie (door nutriëntrijke afvloeiing) en verminderde predatiedruk (ten gevolge van hogere turbiditeit) een belangrijke rol in de levenscyclus van verschillende vissoorten. Sommige vissen brengen er hun hele leven door. Migrerende vissoorten passeren estuaria op weg naar hun paaigebieden. Sommige mariene vissoorten zoals grondels en haringachtigen komen vooral tijdens de juveniele levensstadia voor in het estuarium.

De biomassa van de visgemeenschap in het Schelde-estuarium wordt gedomineerd door haring. In de wintermaanden is er een sterke toename van de densiteit van haring in het brakwaterdeel van de Schelde. Het seizoenaal voorkomen van haring zou verklaard kunnen worden door een optimale habitatkeuze beïnvloed door de temperatuursafhankelijke groei en een verminderd predatierisico in de turbiede brakwaterzone.

In deze thesis worden, op basis van gegevens die in de literatuur beschikbaar zijn, een aantal modellen opgesteld die in staat moeten zijn de habitatvoorkeur van de haring te voorspellen, waarbij de Noordzee, de Voordelta en de brakwaterzone van de Schelde als mogelijke habitatten worden beschouwd en wijting als voornaamste predator. De modellen die hiervoor gebruikt werden zijn een bio-energetisch groeimodel dat de temperatuurvariatie tussen de verschillende habitatten in rekening brengt en een predatiemodel dat de relatieve predatiekans in de verschillende habitatten bepaalt. Tot slot worden voorspellingen van de twee voorgaande modellen geïntegreerd in een dynamisch model dat de habitatvoorkeur van haring in het Schelde-estuarium bepaalt.

Hieronder worden de drie modellen verder toegelicht aan de hand van de belangrijkste onderdelen. Hierbij worden dezelfde symbolen gebruikt als in de eindverhandeling, voor zover de betekenis van deze symbolen niet in deze samenvatting voorkomt, verwijs ik naar de eindverhandeling.

Bio-energetisch groeimodel

Het groeimodel dat wordt aangewend is gebaseerd op het bio-energetisch model van Kitchell *et al.* (1977) en van Stewart en Binkowski (1986) die een model opstelden voor *Alosa pseudoharengus*, een euryhaliene haringachtige, die algemeen voorkomt in Lake Michigan, Verenigde Staten.

Het bio-energetisch model beschrijft het energetisch evenwicht van een organisme. Hierbij wordt de hoeveelheid geconsumeerde energie in evenwicht gebracht met het totale metabolisme, het verlies van afvalstoffen en de groei van de vis.

Consumptie = metabolisme + verliezen + groei

Dit evenwicht kan verder in detail worden uitgewerkt. Hierbij wordt het totale metabolisme opgesplitst in de respiratie R , het actieve metabolisme A en de specifieke dynamische actie SDA . De verliezen worden bepaald door egestie F en excretie U . De aangroei in biomassa is opgedeeld in somatische groei dB en de productie van gonaden G .

Het totale energiebudget wordt zodoende weergegeven als volgt:

$$C = (R + A + S) + (F + U) + (dB + G)$$

Consumptie

De consumptie kan bepaald worden als de maximale consumptie in functie van de temperatuur $f(T)$ volgens het Thornton en Lessem algoritme (1978). Daarnaast is er ook een factor p met $0 < p < 1$ die de dagelijkse maximale consumptie limiteert. Deze factor wordt bekomen door de gemodelleerde groei te fitten door een gekend eindgewicht.

$$C = C_{\max} \times p \times f(T)$$

De p -waarde geeft het consumptiegedrag van de haringen weer. Meer bepaald drukt ze een proportie uit van de maximale consumptie nodig om een vooraf vastgesteld eindpunt in de kromme te bereiken. Hierbij zal het energetisch rendement dus hoger zijn bij een lagere p -waarde. Binnen het model van Kitchell wordt een constant p -waarde aangenomen, hoewel deze eigenlijk mee kan variëren in functie van de omgeving.

De Thornton en Lessem temperatuurscurve is het resultaat van twee sigmoïde krommen die de toename en de afname van de temperatuursafhankelijkheid weergeeft en geeft een goede benadering voor koudwatervissoorten, vooral bij lagere temperaturen.

De aldus bekomen specifieke consumptie kan ook worden weergegeven als specifieke energieconsumptie. Dit kan door het geconsumeerde gewicht (g) te vermenigvuldigen met de energie-inhoud ($J\ g^{-1}$) van de geconsumeerde prooi.

$$C_E = C \times \text{energie-inhoud prooi}$$

Respiratie

De dagelijkse specifieke respiratie R_E ($J\ g^{-1}\ d^{-1}$) wordt berekend in functie van de energie-inhoud van de predator, de omgevingstemperatuur, $f(T)$ en de activiteit, $ACTIVITEIT$.

$$R_E = RA \times W_E^{RB} \times f(T) \times ACTIVITEIT$$

De temperatuursafhankelijke functie $f(T)$ verloopt, in tegenstelling met de optimalisatie-curve van het Thornton en Lessem algoritme, exponentieel met de zwemsnelheid (Stewart *et al.*, 1983) en de activiteit van de vissen wordt bepaald door de zwemsnelheid en de temperatuur.

Specifieke dynamische actie, egestie en excretie

Egestie (F) en excretie (U) worden bepaald als een constante proportie van consumptie (Kitchell *et al.*, 1977). De kosten van vertering (SDA) van de vis worden bepaald als een constant deel van de geassimileerde energie.

$$F_E = FA \times C_E$$

$$U_E = UA \times (C_E - C_F)$$

$$S_E = SDA \times (C_E - F)$$

Groei

De dagelijkse specifieke groei RG_E wordt op basis van het energiebudget berekend.

$$RG_E = C_E - R_E - SDA_E - F_E - U_E$$

De totale energie-inhoud (J) van een vis kan eenvoudig omgezet worden in het gewicht uitgedrukt in gram. De parameters die gebruikt werden in het model zijn afkomstig van de literatuur. De temperatuursgegevens voor de Noordzee en de Schelde komen uit de RIKZ gegevensbank (www.waterbase.nl).

Predatiemodel

Het predatiemodel bepaalt het risico dat een individuele haring loopt om gepredateerd te worden door een wijting. Dit risico is habitat specifiek. Bij de bepaling van het predatierisico wordt uitgegaan van drie onafhankelijke kansen die een doorslaggevende invloed zullen hebben op de predator-prooi interactie en zodoende ook op de overlevingskansen van een individuele haring. De gemodelleerde kansen zijn:

- de kans dat een haring wordt opgemerkt door zijn predator;
- de kans dat deze haring door zijn predator kan worden opgegeten;
- de kans dat de haring een ontmoeting met een predator die in staat is om hem te consumeren niet overleeft (1-overlevingskans).

Het risico op detectie door een predator

Beauchamp *et al.* (1999) berekenen de ontmoetingskans als functie van het zoekvolume en de prooidensiteit. Het zoekvolume is het gebied dat een predator kan afspeuren op zoek naar zijn prooi en is afhankelijk van de zwemsnelheid en de

reactieve afstand (RD), de afstand waarop een prooi kan worden waargenomen en waarop een predator reageert door een aanval uit te voeren.

Omdat de zee een open systeem is, in tegenstelling tot gesloten meren waarvoor Beauchamp *et al.* hun model opstelden, is het veel moeilijker de prooidensiteiten te bepalen. Bovendien zal door het voortdurende spel van jagen en vluchten een homogenisatie ontstaan van de prooidensiteit. Om deze redenen beperken we ons in het waarnemingsmodel tot de veranderingen in de reactieafstand binnen de verschillende habitatten die in beschouwingen worden genomen.

Het risico op ingestie door de predator

De kans op effectieve inname door een predator werd gemodelleerd in functie van de hoogte van de prooi en de muilkarakteristieken van de predator. Hierbij gaan we ervan uit dat de mondgrootte van de predator en de hoogte van de prooi de belangrijkste determinanten zijn om te bepalen welke prooigroottes geconsumeerd worden. De prooivissen worden immers doorgaans met de kop of de staart eerst ingenomen, zodat de maximale grootte van de prooi wordt bepaald door de verhouding van de prooihoogte tot de muilgrootte van de predator (Hambricht *et al.*, 1991). Er wordt aangenomen dat enkel prooien met een hoogte kleiner of gelijk aan de muilgrootte kunnen ingenomen worden. Op deze manier kunnen vissen door voldoende te groeien aan hun predators ontsnappen (*size-refuge* of een vlucht in de grootte). Omdat de lengte van een vis gerelateerd is aan de mondopening, wordt de kwetsbaarheid uitgedrukt als een ratio tussen de lengte van de prooi en de lengte van de predator.

In het model werden twee ingestieratio's berekend: een eerste ingestieratio heeft een eerder theoretische basis, met name de gemeten muilhoogtes en vishoogtes en geeft in feite de prooien weer die potentieel geconsumeerd worden. De tweede ingestieratio, op basis van gegevens uit maaganalyses, geeft weer welke prooien effectief geconsumeerd worden.

Overlevingskansen van de prooi bij een ontmoeting met een predator

De kans op het niet overleven van een aanval is gelijk aan 1 min de kans die een haring heeft om te ontsnappen, indien hij aangevallen wordt door een wijting. Gallego en Heath (1994) hebben dit verschil onderzocht voor haring (34 tot 80 mm) met wijting als predator. Dit onderzoek geeft aan dat de postmetamorfe prooien significant meer reageerden op een aanval dan de premetamorfe prooien. Daarnaast hadden premetamorfe prooien die niet reageerden op een aanval een significante kans om te overleven wat niet het geval was voor de postmetamorfe prooi. Het totale aanvalssucces verschilt echter niet zo duidelijk maar toch is de overlevingskans van een postmetamorfe haring (46%) kleiner dan die van een premetamorfe haring (60%).

Dynamische modellering van habitatkeuze

Dynamische programmering is een algoritmische methode die toelaat de optimale strategie binnen een dynamisch systeem te bepalen. Dynamische systemen worden gekenmerkt door hun toestand X op een tijdstip t weergegeven als $X(t)$ (toestandsvariabele). Deze toestandsvariabele X kan een of meerdere componenten bevatten zoals lichaamsgewicht, somatische energiereserve, andere biochemische reserves, territoriumgrootte, het aantal nakomelingen waarvoor gezorgd moet worden of andere factoren die relevant kunnen zijn. Deze toestandsvariabele zal in de loop van de tijd veranderen onder invloed van het gedrag van het organisme maar ook door uitwendige omgevingsfactoren die het organisme niet kan controleren (Houston *et al.* 1988; Clark, 1993)

Het hier gebruikte dynamische algoritme optimaliseert het foerageergedrag van juveniele haring onder predatiedruk. Aangezien haring pas reproduceert vanaf het 3^e levensjaar, wordt de grootte of het gewicht voorgesteld als maat voor de fitness. Hoe groter het individu, hoe meer somatische reserves dit individu heeft en hoe meer energie kan geïnvesteerd worden in het produceren van nakomelingen.

Somatische reserves worden aangemaakt bij consumptie maar worden tevens gebruikt bij metabolische processen en bij de verwerking van afvalstoffen. De gewichtstoename van juveniele haring tijdens een periode t wordt berekend met behulp van het groeimodel. De keuze voor een bepaald habitat impliceert een zeker predatierisico dat wordt afgewogen tegen potentiële groei. Het is belangrijk erop te wijzen dat de beide parameters (groei en predatie) in dit model niet als constant beschouwd kunnen worden. Hun waarde varieert immers wekelijks in functie van temperatuur, turbiditeit en in functie van de toestandsvariabele (de grootte van de haring).

Gebruikmakend van de submodellen voor groei en predatie werden beide parameters berekend voor elke lengte tussen 0 en 15 cm en voor een periode van 52 weken. Dit resulteerde in drie matrices voor het groeimodel en twee keer drie matrices voor met predatierisico's.

Evaluatie van de modellen

Er werden een aantal theoretische experimenten uitgevoerd om de verschillende modellen uit te testen. Hiervoor werd ervan uitgegaan dat elke week van het jaar een haring ontluikt bij een gewicht van 0,006 g en op een jaar tijd groeit tot een gewicht van 13 g. Dit experiment gaf duidelijk het probleem met de p-waarde weer. De optimale groei komt voor bij 14°C. Bij een temperatuurstoename zal de specifieke groeisnelheid opnieuw afnemen om dan negatief te worden bij een temperatuur van 20-21°C. Deze kritische temperatuur wordt niet overschreden in het habitat zee maar wel, tijdens de zomermaanden, in de Voordelta en Schelde. Zodat de p-waarden in het habitat zee het gunstigst zijn. Omdat er een sterke gewichtsafname is in het habitat Schelde zal deze afname gecompenseerd worden door een (onrealistisch) verhoogde groeisnelheid en een abnormaal groeiverloop. Dit resulteert uiteindelijk in onrealistische p-waarden.

Het voordeel van dit model van Kitchell *et al.* (1977) en van Stewart en Binkowski (1986) is dat het een modulaire opbouw heeft en dat aparte modules aangepast kunnen worden, waarbij de energiedichtheid van prooi en predator als rekeneenheid worden gebruikt. Bovendien kunnen de aparte modules onafhankelijk gekozen en aangepast worden. Dit laat toe om bepaalde componenten beter uit te werken, of om nieuwe componenten toe te voegen.

Naast het verder verifiëren van de parameterwaardes die gebruikt worden in het model is de p-waarde de component met de meeste ruimte voor verbetering. Bijvoorbeeld door deze afhankelijk te maken van de variaties in prooibeschikbaarheid in functie van de verschillende gebieden en de seizoenale variaties.

Het experiment van het groeimodel werd verder uitgebreid naar het predatiemodel, om zo het gecombineerd effect van predatie en groei te bekijken. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat éénzelfde, in de tijd variabele, wijtingpopulatie in de drie habitatten aanwezig is.

De detectiekans zal onafhankelijk van zijn van de grootte. De ingestiekans wordt sterk bepaald door de grootte van de aanwezige predatoren. Hierdoor zal een haring die later op het jaar ontluikt een grotere ingestiekans vertonen, terwijl een haring die vroeg op het jaar ontluikt, de predatie als het ware ontgroeit en zo een vrij lage ingestiekans heeft. Hetzelfde is ook van toepassing voor de lengteafhankelijke ontsnappingskans. Het gedachte-experiment maakt duidelijk dat het gemiddelde predatierisico in de brakwaterzone Schelde tot vier keer lager ligt dan in zee. Dit resultaat geeft ook aan dat er een trade-off kan bestaan tussen groei en predatie. Er is echter nog een ander opvallend bijkomend resultaat. Hoewel de predatiekans in de verschillende habitatten verschilt, is er een duidelijk terugkerend patroon, waarbij haringen die in het begin en op het einde van het jaar ontluiken een lagere gemiddelde predatiekans ondervinden in het eerste levensjaar. Dit komt overeen met de paaiperiode van de haring. Dit suggereert dat de timing paaiperiode mogelijk bepaald worden door een strategie die erop gericht is predatiedruk te minimaliseren.

De eerste module van het predatiemodel lijkt goed te kloppen. Immers in andere studies werd het effect van turbiditeit op predatie ook duidelijk gemaakt. Het is moeilijk uit te maken welk van de twee ingestiemodellen het beste functioneert. Er is echter een lichte voorkeur voor de tweede ingestieratio aangezien dit biologisch beter onderbouwd is. De module die de ontsnappingskans bepaalt is in feite te beperkt om invloed uit te oefenen op de habitatselectie en zou dan geëlimineerd mogen worden. Een andere component is de populatiestructuur van de predator, die onvoldoende duidelijk was op het moment dat deze thesis werd afgewerkt. Extra gegevens moeten het mogelijk te maken te modelleren op basis van een dynamischere predatorpopulatie.

De resultaten van de dynamische modellering geven aan dat onder invloed van de predatie een preferentie ontstaat voor de meer turbide zones in de Voordelta en Schelde. Onder invloed van het ongunstig temperatuursregime in de zomer zal de haring kortstondig terugkeren naar de zee. In het najaar zien we echter een sterke voorkeur voor het estuarium. Juveniele haringen zullen in het najaar slechts terugkeren naar de zee indien ze voldoende groot geworden en niet meer gepredateerd kunnen worden. De timing van deze resultaten komt niet zo goed overeen met de

waargenomen migraties. Zo voorspelt het model de jaarlijkse aanwezigheid haring in de Schelde in de maanden januari-februari niet. Echter lengteklassen waarvan het model voorspelt dat ze preferentieel de brakwaterzones van de Schelde gebruiken, worden effectief in de Schelde aangetroffen.

Het spreekt voor zich dat de resultaten van het dynamische model in sterke mate bepaald worden door de keuze van de parameters. Bovendien is de nauwkeurigheid van het dynamisch model beperkt door de gebruikte software. Betere software zoals matlab of fortan90 moet toelaten een meer gedetailleerde modellering uit te voeren.

Tot slot zou ik willen opmerken dat deze verhandeling dateert van het academiejaar 2001-2002 en het model in tussentijd verder is uitgebouwd en ingediend als artikel door Dr. Joachim Maes die deze eindverhandeling eveneens heeft begeleid.

Referenties

- Beauchamp D.A., C.M. Baldwin, J.L. Vogel and C.P. Gubala. 1999. Estimating diel, depth-specific foraging opportunities with a visual encounter rate model for pelagic piscivores. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 56 (Supplement1):128-139.
- Clark C.W. 1993. Dynamic models of behaviour: an extension of life history theory. *Trends Ecol. Evol.* 8:205-209
- Gallego A. en M.R. Heath. 1994. The development of schooling behaviour in Atlantic herring *Clupea harengus*. *J. Fish. Biol.* 45(4):569-588.
- Hambricht K.D., R.W. Drenner, S.R. McComas, and N.G. Hairston, Jr. 1991 Gape-limited piscivores, planktivore size refuges and the trophic cascade hypothesis. *Arch. Hydrobiol.* 121:389-404.
- Houston A., C. Clark, J. McNamara en M. Mangel. 1988. Dynamic models in behavioural and evolutionary ecology. *Nature* 332: 29-34.
- Kitchell J.F., D.J. Stewart en D. Weininger. 1977. Applications of a bioenergetics model to yellow perch (*Perca flavescens*) and walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*). *J. Fish. Res. Board Can.* 34:1922-1935.
- Stewart D.J. en F.P. Binkowski. 1986. Dynamics of consumption and food conversion by Lake Michigan alewives: An energetics-modeling synthesis. *Trans Am. Fish Soc.* 115:643-659.
- Stewart D.J., D. Weininger, D.V. Rottiers and T.A. Edsall. 1983. An energetic model for lake trout, *Salvelinus namaycush*: application to the Lake-Michigan population. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40 (6): 681-698.

Annual VLIZ North Sea Award - 2003

On the initiative of Bart Schiltz, the former President of the Belgian Fish Producers Organization, the Flanders Marine Institute (VLIZ) awards a scientific prize to foster innovative fundamental or applied research on the structure and functioning of the North Sea ecosystem, with emphasis on coastal and estuarine areas of the Southern Bight and the Channel. The prize is awarded to a researcher (or a research team) working and residing in a country bordering the North Sea. The prize amounts to 1000 EUR and is indivisible. It is granted to reward a recent original scientific contribution, preferably having relevance to the sustainable management of the area concerned. Studies pertaining to the biodiversity of the local ecosystem are equally welcomed. The contribution has to be of postgraduate or postdoctoral level.

The Annual VLIZ North Sea Award 2003 is awarded to:

Dr Tim Verslycke

for his scientific contribution entitled:

Endocrine disruption in the estuarine invertebrate *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea)

ENDOCRINE DISRUPTION IN THE ESTUARINE INVERTEBRATE *NEOMYSIS INTEGER* (CRUSTACEA: MYSIDACEA)

Verslycke Tim

Universiteit Gent, Vakgroep Toegepaste Ecologie en Milieubiologie, Onderzoeksgroep voor Milieutoxicologie, Jozef Plateastraat 22, B-9000 Gent
Present address: 278, Edgewater Drive West, East Falmouth, MA 02536, USA
E-mail: tim@whoi.edu

This doctoral research is situated in the field of aquatic toxicology. The ultimate goal of aquatic ecotoxicity testing is to monitor or predict the effects of toxicants on the long-term health of individual aquatic organisms, populations, communities and ecosystems. Chemical toxicity to endocrine processes is recognized as a means by which exposure to low, environmentally-relevant levels of chemicals, so called endocrine disruptors, may result in profound effects at both the organism and population level. The potential for endocrine toxicity of chemicals has been relatively well documented in vertebrates, including mammals, fish, birds and reptiles. Less well understood, is whether invertebrates are similarly susceptible to endocrine-disrupting toxicity.

Accordingly, the aim of the present study was to investigate endocrine disruption in an ecologically relevant invertebrate test species, the mysid shrimp *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea), through laboratory and field research. More specifically, the steroid and energy metabolism of *N. integer* were explored as endpoints to evaluate environmental endocrine disruption.

In **chapter 1**, an introduction to the environmental endocrine hypothesis is given, with special reference to the situation for invertebrates, and more specifically crustaceans. The potential application of the biomarker approach in the research field of endocrine disruption is discussed. Finally, the present research needs are presented together with the conceptual framework of this study.

In **chapter 2**, a global assessment is given of the state-of-the-science on endocrine disruption in mysid shrimp. This review demonstrated clearly the ecological relevance and the potential use of mysids as a test species for the evaluation of environmental endocrine disruption, and as a potential surrogate for many other crustaceans. The highly standardized use of mysids in toxicity testing is an important advantage and research should be directed at evaluating the current standardized endpoints, such as survival, growth, and reproduction preferably through an entire life cycle, with a number of endocrine disruptors. In addition, an extensive list of potential non-standardized endpoints in mysids is presented, as well as criteria for the selection of suitable mysid test species.

In **chapter 3**, a new methodology (cellular energy allocation, CEA) to assess the energy budget was adopted for *N. integer*. The biochemical composition of *N. integer* was determined. In addition, the effects of natural variability on the energy metabolic processes of *N. integer* were investigated using a fractional factorial test design with

different naturally (Scheldt estuary, The Netherlands) occurring combinations of temperature, salinity and dissolved oxygen. The different abiotic factors had no significant effect on the CEA of *N. integer* within the tested range, although significant effects were observed on the energy reserves and energy expenditure. Temperature and dissolved oxygen, in general, had the strongest effect on the energy allocation in *N. integer*. The present study demonstrated that *N. integer* efficiently regulates its energy metabolism in response to a variable environment to minimize changes in the CEA.

In **chapter 4**, the CEA methodology was evaluated using adult *N. integer* exposed for 96h to the antifoulant tributyltinchloride (TBTCl). From a range-finding experiment with juvenile *N. integer*, a 96-h median lethal concentration (LC50) of 164 ng TBTCl/l was calculated. The energy metabolism of *N. integer*, as summarized by the CEA, was significantly altered by TBTCl exposure. These changes at the cellular level occurred at environmentally relevant concentrations of TBTCl. The high sensitivity of mysids towards the sublethal and lethal effects of TBT may be a result of the low *in vivo* metabolism of this compound in mysids leading to high TBT body-burdens, as was demonstrated by an additional uptake experiment with TBT and *N. integer*.

In **chapter 5**, the responses of *N. integer* following exposure to environmentally realistic concentrations of the organophosphate pesticide chlorpyrifos were compared using the CEA and scope for growth (SFG) assays. Oxygen consumption in the SFG assay was significantly correlated with cellular respiration rate in the CEA assay, and both were significantly increased by chlorpyrifos exposure. In addition, the protein, sugar, lipid and total energy content in the CEA assay and the egestion rate in the SFG assay were significantly different in chlorpyrifos-exposed mysids compared with control mysids. SFG was significantly reduced at near-lethal concentrations (72 and 100 ng chlorpyrifos/l), whereas CEA was reduced in all chlorpyrifos-exposed mysids (38, 56, 72 and 100 ng chlorpyrifos/l). Differences in sensitivity between these assays may be a reflection of the effects of chlorpyrifos at different levels of biological organization (e.g. CEA, cellular and SFG, organismal). This study, however, did not permit a conclusive statement as to whether one assay is better than the other, as both assays have their own strengths and weaknesses.

In **chapter 6**, testosterone metabolism by *N. integer* was assessed to obtain initial data on its metabolic capacity. Identification of *in vivo* produced testosterone metabolites and endogenous vertebrate-type steroids was performed using thin layer chromatography (TLC) and liquid chromatography with multiple mass spectrometry (LC-MSn). In addition, endogenous production of testosterone in mysids was detected for the first time, and the anabolic steroid β -boldenone was identified for the first time in invertebrates. A sex-specific testosterone metabolism was also observed in mysids, although this observation requires further confirmation. The results of this study revealed interesting similarities in enzyme systems in invertebrate and vertebrate species. Furthermore, the developed LC-MSn method proved to be sensitive and more convenient for use in routine biomonitoring than previously published TLC-based methods by other researchers.

In **chapter 7**, the effects of TBTCl on the phase I and phase II testosterone metabolism of *N. integer* were evaluated. Therefore, testosterone elimination as polar hydroxylated, nonpolar oxido-reduced, and glucose- and sulfate-conjugated metabolites was

examined. TBTCl differentially affected testosterone metabolism. The effect of TBTCl on phase I metabolism was unclear and has been shown to vary among species, likely depending on the inducibility or presence of certain P450 isozyme families. Reductase activity and metabolic androgenization were induced in the 10 ng/l treatment, whereas higher concentrations resulted in a reduction of sulfate conjugation. However, the exact mechanisms underlying TBT-induced imposex and alterations in the steroid metabolism need to be further elucidated.

In **chapter 8**, a diverse set of reference compounds suspected of having an endocrine-disrupting mode of action were tested for acute toxicity, *i.e.* testosterone, flutamide, ethinylestradiol, precocene, nonylphenol, fenoxycarb and methoprene. *N. integer* was very sensitive to all tested compounds, with 96-h LC50s in a narrow range between 0.32 and 1.95 mg/l. In addition, the short-term sublethal effects of methoprene and nonylphenol on the energy and steroid metabolism of *N. integer* were evaluated. Both compounds significantly affected energy and testosterone metabolism of *N. integer* at concentrations below acute toxicity levels. Consequently, this study indicated that energy and testosterone metabolism of mysids, as endpoints, are able to detect endocrine disruptive activity of chemicals following short-term exposure to environmental realistic levels of endocrine disruptors.

In **chapter 9**, sediment and mysids (*N. integer*) from the Scheldt estuary, one of the largest and most polluted estuaries in Western Europe, were analyzed for a number of endocrine disruptors, *i.e.* organotins, polybrominated diphenyl ethers, hexabromocyclo-dodecane, tetrabromobisphenol A, nonylphenol ethoxylates, and transformation products nonylphenol and nonylphenol ether carboxylates. In addition, *in vitro* estrogenic and androgenic potencies of water and sediment extracts were determined. Significant estrogenic potency, as analyzed using the yeast estrogen assay, was detected in sediment and water samples from the Scheldt estuary, but no androgenic activity was found. This study was the first to report high levels of endocrine disruptors in estuarine mysids and, therefore, warrants further research into the potential effects of these chemicals on field-exposed mysid populations.

In **chapter 10**, the seasonal and spatial patterns in cellular energy allocation of the *N. integer* were investigated in the Scheldt estuary over a 2-year period using the CEA assay. Total energy reserves were relatively unaffected by sampling season or location, whereas individual energy reserve fractions of *N. integer* were differentially influenced by sampling location and season. Seasonal effects were apparent for mysid weight and were related to the population biology, whereas spatial effects on the weight of *N. integer* may depend on pollution-induced effects on cellular energy allocation in the two most upstream sites (Doel and Antwerp). These upstream sites coincide with the most polluted part of the sampled area and were characterized by a significant increase in energy consumption, resulting in a significantly lower CEA. Due to the recent amelioration in the oxygen concentration at these sites, it can be expected that *N. integer* will migrate further upstream, similar to what is observed in other European estuaries. It will, therefore, be important to assess the physiological consequences and potential population effects on mysids from these polluted areas in the Scheldt estuary. In conclusion, this study provided evidence that the CEA assay has potential under field conditions as an *in situ* biomarker of pollutant effects.

In **chapter 11**, the applicability of the testosterone metabolism assay in *N. integer* was investigated under field conditions in the Scheldt estuary. Mysids were sampled in three campaigns during 2001 and 2002, and metabolic assays were performed with testosterone as a substrate. The effects on phase I and II testosterone metabolism were significantly different between sampling campaigns. The spatial effects on hydroxylation were unclear, whereas the production of oxido-reduced testosterone metabolites was lower in more upstream sites during all campaigns, indicating that mysids from these sites have significantly different metabolic capacities. Presently, the lack of a sufficiently large dataset on testosterone metabolic assays in mysids hinder a conclusive interpretation of the observed responses. The continued application of these assays in laboratory and field experiments are, therefore, needed to validate their use in detecting *in situ* effects of endocrine disruptors.

In **chapter 12**, general conclusions and future perspectives of this doctoral study were formulated.

ORAL PRESENTATIONS

WHY THERE ARE NO FAMOUS BELGIANS

Heip Carlo

NIOO Centre for Estuarine and Marine Ecology – CEME
Korringaweg 7, Postbus 140, NL-4400 AC Yerseke, The Netherlands
E-mail: c.heip@nioo.knaw.nl

There are famous Belgians, except that nobody knows they are Belgians. I will give a few examples to start off. But there are very few famous scientists, let alone famous Belgian scientists. Everybody (I guess) knows Albert Einstein. All Belgians know Eddy Wally, but nobody else in the world knows Eddy Wally, I guess most marine biologists in the world will know Carlo Heip but hardly anyone in Belgium does. Science is a lonely business. As to my career, it can be mostly summarized in one word: luck. Being on the right moment at the right place. But you have to enforce your luck sometimes. Start off with writing at least one good paper that attracts attention. Be proud and confident of your work and go to meetings to present it and talk to people when you are young. When you are older: attract and educate good students (your students have to be smarter than you). Convince but also trust people, your peers, your scientific friends, science policy makers. Have a sense for where your science is or should be going. Above all be honest, you can cheat all of the people some of the time, some of the people all of the time, but not all of the people all of the time, after Bob Dylan, one of the heroes from my generation.

DISTRIBUTION OF ORGANIC POLLUTANTS IN BIOTA FROM THE BELGIAN NORTH SEA AND THE SCHELDT ESTUARY

Covaci Adrian

Toxicological Center, University of Antwerp
Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk, Belgium
E-mail: adrian.covaci@ua.ac.be

The Western Scheldt Estuary (SE) is subjected to a wide variety of pollution sources with persistent organic compounds: chemical factories, the Antwerp harbour and industry located further upstream of Antwerp. Various benthic invertebrates (flying crab, common shrimp, and red starfish), small fish (sand goby), benthic flatfish (dab, plaice, and sole) and gadoids (bib and whiting) were collected in the Belgian North Sea (BNS) and along the SE. These two areas are impacted to different degrees by various organic contaminants, such as polychlorinated biphenyls (PCBs), organochlorine pesticides (OCPs), polybrominated diphenyl ethers (PBDEs).

Levels of 25 PCBs, 8 PBDEs and 15 OCPs found in the SE samples were significantly higher (up to 30 times) in the SE compared to the BNS. For most species, a inverse correlation was found between the concentration of contaminants and the proximity to Antwerp, pointing at a higher degree of exposure further upstream. PCBs were the major contaminant in all species, while PBDEs were surprisingly found at similar levels with PCBs. The highest concentrations, up to 3000 ng/g wet weight, were measured in liver of fish species (bib, plaice and sole) collected from the SE. The presence of PBDEs in such high concentrations in the SE may be attributed to a brominated flame retardant manufacturing plant in Terneuzen, to discharges in the Antwerp harbour, and/or to their present use in textile industry located further upstream the river and tributaries. Differences in contaminant concentrations and profiles were attributed to different exposure and to species-differences in metabolism. Some species, such as dab, plaice bib and whiting, showed a preferential accumulation of contaminants in the liver.

In order to assess the biomagnification potential of these contaminants in the aquatic food web, liver samples from harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) stranded between 1997 and 2000 on the BNS coast were also analysed. PCBs were by far the most important organohalogenated contaminants with a relatively wide range of concentrations (up to 400 µg/g lipid weight), suggesting a high biomagnification potential of contaminants from fish to porpoises. PBDEs and methyl sulfone metabolites of polychlorinated biphenyls (MeSO₂-PCBs) were also important contaminants (up to 5.8 and 4.2 µg/g lipid weight), followed by DDTs and other OCPs. Due to biomagnification, concentrations of PCBs, DDTs, MeSO₂-PCBs and PBDEs were significantly higher in the adult group (n=8) than in the juveniles (n=13). Concentrations of PCBs, DDTs and PBDEs were significantly higher in males (n=15) than in females (n=6), probably due to a loss of contaminant load for females through gestation and lactation.

References

- Chu S.G., A. Covaci, K. Haraguchi, S. Voorspoels, K. Van de Vijver, K. Das, J.M. Bouqueneau, W. De Coen, R. Blust, P. Schepens. 2003. Levels and enantiomeric signatures of methyl sulfone PCB and DDE metabolites in harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) livers from the Southern North Sea. *Environ Sci Technol* 37:4573-4578.
- Covaci A., I. Van de Vijver, W. De Coen, K. Das, J.M. Bouqueneau, R. Blust, P. Schepens. 2002. Determination of organohalogenated contaminants in liver of harbour porpoises stranded on the Belgian North Sea coast. *Mar. Pollut. Bull* 44:1156-1164.
- Voorspoels S., A. Covaci and P. Schepens. 2003. Polybrominated diphenyl ethers in marine species from the Belgian North Sea and the Western Scheldt Estuary: levels, profiles, and distribution. *Environ. Sci. Technol.* 37:4348-4357.
- Voorspoels S., A. Covaci, J. Maervoet, I. De Meester and P. Schepens. 2004. Distribution of PCBs/OCPs in benthic organisms and fish from the North Sea Continental Shelf and Scheldt Estuary. *Mar. Pollut. Bull.* (in press).

MARINE DUMP SITE RESEARCH – THE NEED FOR MULTIDISCIPLINARY APPROACH

Missiaen Tine and Jean-Pierre Henriët

Renard Centre of Marine Geology, Vakgroep Geologie en Bodemkunde, Universiteit Gent
Krijgslaan 281, B-9000 Gent, Belgium

E-mail: tine.missiaen@ugent.be

For a number of decades large quantities of warfare (including chemical) have been dumped in the European seas, thereby forming a potential threat to the marine environment and the densely populated coastlines. Tackling this problem not only calls for international cooperation and mutual exchange of information, methodologies and results, but most of all it requires a multidisciplinary approach. Only an integrated geophysical, geochemical, biological, geotechnical, ecological and economical approach will yield an improved insight in the structure of the dump site, its ecosystem and its potential risks for the shoreline population and the users of the sea.

The main aspects of a multidisciplinary approach include:

- location/detection (side-scan sonar, multibeam, acoustic profiling, magneto-metry/gradiometry, resistivity);
- sediment dynamics (side-scan/multibeam, ACDP, OBS) and benthos research;
- ecotoxicology and long-term behaviour of chemical compounds;
- monitoring: geophysical (seabed, internal structure), geochemical (water and sediment analysis), biological (birds, benthic infauna);
- risk assessment (corrosion, pollutant release, accidents, economic effects);
- public availability (communication, public information).

In recent years several studies were carried out on the 'Paardenmarkt', a shallow sand flat offshore Heist where a considerable amount of war material was dumped after the first World War. Accurate knowledge of the total volume of dumped material is unknown, but most estimates converge to a total waste of at least 35.000 tons, of which most likely about one third consists of chemical warfare. The dumping site extends over 3 km², ranging in water depth between 1.5 and 5.5 m. The munition has been sagging and is largely covered under accumulating fine-grained sediments.

At this moment there are no strong indications for acute danger and the best option seems to be to leave the dump site untouched. Regular monitoring of the seabed sediments and water column is being carried out, thereby screening for munition-related chemicals. Additional sea-bed monitoring allows to map the erosion/accumulation processes and detect possible objects on the sea floor. Ongoing research focuses on the diffusion of chemical compounds and integrated 3D geophysical modeling of the dump site.

FREAK WAVES: MYTHS AND FACTS

Toffoli Alessandro and Jaak Monbaliu

Laboratorium voor Hydraulica, Departement Burgerlijke Bouwkunde, Katholieke Universiteit Leuven, Kateelpark Arenberg 40, B-3001 Heverlee, Belgium
E-Mail: alessandro.toffoli@bwk.kuleuven.ac.be

It is more and more believed that a considerable amount of severe damage cases to ships and to offshore structures might be due to freak waves, which are individual waves of exceptional wave height or abnormal shape. Once believed to be a sailor's myth, their existence has been demonstrated by theoretical and experimental studies. Moreover single waves exceeding levels unexpected by current statistical theory have been recorded in situ. The 1995 New Year's wave recorded at Draupner oil field had a crest height of 18.5 m (crest to trough wave height of 26 m) in a background sea-state with a significant wave height (H_s) of 11.92 m. The return period to encounter such a sea-state was estimated at 1-5 years. However, the return period to encounter such a crest height was estimated at approximately 10000 years (Jenkins *et al.*, 2002). Description of freak waves is not only important for design work but also for operational purposes it would be of tremendous benefit if warnings could be given to mariners. Meteo centers now provide wave forecasts, usually in terms of significant wave height, wave period, and wave direction both for wind sea and swell conditions. These forecasts are based on spectral wave models. Although a spectrum only gives some average description of the sea-state, and therefore no details about the instantaneous position of the sea surface, it might contain additional information that points at an increased risk for the occurrence of exceptional waves. It is one of the objectives of the EU project MaxWave to promote the use of sea-state related parameters and in particular to introduce new warning criteria for extreme and dangerous waves in marine weather forecast. To this end numerical model results supported by existing measurements – including global satellite radar surveillance by the new European Remote Sensing Satellites (ERS-1/2 and ENVISAT) – are used to better understand the shape and impact of extreme waves in relation with shipping incidents reported as being due to bad weather. The study of shipping casualties in heavy seas can help to identify the ocean areas more prone to bad weather conditions in general and to abnormal waves in particular as well as to derive parameters for seasonal and regional risk for the occurrence of potentially dangerous sea-states for marine operations.

References

Jenkins A.D., A.K. Magnusson, A. Niedermeier, Ø. Hagen, E. Bitner-Gregersen, J. Monbaliu and K. Trulsen. 2002. Rogue Waves and Extreme Events in Measured Time-Series. Met.no research report 138. Norwegian Meteorological Institute.

TOWARDS AN ECOLOGICALLY AND ECONOMICALLY SOUND BIOFOULING CONTROL OF *MYTILOPSIS LEUCOPHAEATA* IN THE HARBOUR OF ANTWERP

Annick Verween

Marine Biology Section, Department of Biology, Ghent University
Krijgslaan 281/s8, B-9000 Ghent, Belgium
E-mail: g.vanhoey@UGent.be

Any surface exposed to untreated water provides an opportunity for the settlement and subsequent growth of filter feeders. The cooling water conduits of a power station are an ideal habitat for such species, because they pump untreated water from nearby seas, rivers and lakes. Settlement occurs readily and growth can be rapid until it begins to interfere with the operational systems and finally leads to their failure. This phenomenon is known as biofouling. Because of the great economical damage, caused by fouling organisms, biocides are being used to control them. Until now, the most effective and cheap control measure is chlorination. Regardless of its non-specific toxicity, chlorine-holding chemicals are used worldwide.

Mytilopsis leucophaeata, the Brackish Water Mussel, is a typical estuarine species that invaded Europe in the 19th century and originates from the US. But it is only since the early nineties that the magnitude of fouling problems caused by *M. leucophaeata* in the harbour of Antwerp, became clear. Because of the future legal limitations on biocide draining in cooling water, the use of merely chlorine will no longer be effective enough. Other methods have to be searched to prevent fouling problems, caused by *M. leucophaeata*.

Adult mussels can shut their protective shell valves and stop byssus production to isolate their body from changes in the external environment, such as biocide-passage. The planktonic larvae are the only vulnerable life stages and thus susceptible to biocides. Hence, knowledge on the population dynamics of *M. leucophaeata* provides an ecologically and economically proper use of the detrimental chemicals and minimizes as such their harm in the environment and in the cooling water conduits.

A model, integrating all results of the study, will allow to (1) achieve an efficient and rational use of biocides to control biofouling caused by *M. leucophaeata* and (2) if possible, reduce the recruitment success of *M. leucophaeata* by manipulation of the relevant environmental factors of the incoming cooling water.

IODE: OCEANOGRAPHIC DATA AND INFORMATION MANAGEMENT IN AN INTERNATIONAL CONTEXT

Pissierssens Peter

Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (IOC), Ocean Services Section
1, rue Miollis, F-75732 Paris Cedex 15, France
E-mail: p.pissierssens@unesco.org

The 'International Oceanographic Data and Information Management' (IODE) programme was established in 1961 'to enhance marine research, exploitation and development by facilitating the exchange of oceanographic data and information between participating Member States and by meeting the needs of users for data and information products'. Today the IODE network comprises nearly 70 data centres including three World Data Centres (part of the ICSU network of World Data Centres) and 64 National Oceanographic Data Centres (NODCs) or Designated National Agencies (DNAs). Some of these also take the role of Responsible National Oceanographic Data Centres (RNODCs) dealing with particular data types or regions.

The original terms of reference describe the NODC as 'a centralised facility for providing ocean data/information in a usable form to a wide user community. It acquires, processes, quality controls, inventories, archives and disseminates data in accordance with national responsibilities. It is charged with the responsibility for conducting international exchange. Traditionally, but not exclusively, deals with delayed mode data.'

At IODE-XVII (Paris, March 2003), the IODE Committee recognized the need to revise the IODE network in terms of the centralized role of NODCs towards a decentralized model that enables multiple data centre facilities in member states. In addition IODE-XVII called for extended data type coverage to include not only physical oceanography data but also chemical, biological, coastal and remotely sensed data and this in delayed mode as increasingly also in real-time mode. In addition the Committee called for greater attention to user needs and services.

IODE is fully embracing new technologies realizing their impact on commerce and industry. It is expected that new technologies will be able to assist with overcoming the traditional problems of formats and data exchange, as well as to dramatically improve access by users to data and information. In this regard IODE is actively involved in standards for ocean metadata, the development of a marineXML standard, e-repositories and e-learning. The IODE new technology initiatives will be framed within the 'Ocean Information Technology' project.

The IODE approach to capacity building, an IODE priority since 1961, has also dramatically changed in the past few years as demonstrated by the ODIN and OceanTeacher projects.

An 'IODE Project Office' will be opened in Oostende, Belgium in April 2005. It aims to 'establish a creative environment facilitating the further development and maintenance of IODE projects, services and products with emphasis on improving the efficiency and

effectiveness of the data and product/service stream between the stage of sampling and the user. It will assist in strengthening the capacity of Member States to manage oceanographic data and information and to provide ocean data and information products and services required by users'.

IODE-XVII has clearly decided that IODE needs to lead way in coordinating access to marine data and information to support needs of users, and this through close collaboration with sciences and operational oceanography. This will require the development of new technologies as well as to undertake major training at global scale for existing and new data and information management centres.

References

IOC of UNESCO. 2003. IOC Committee on International Oceanographic Data and Information Exchange, Seventeenth Session, UNESCO Headquarters, Paris, France, 3-7 March 2003.

POSTER & DEMO PRESENTATIONS

HYPERSPECTRAL MAPPING OF MUDFLATS: 'DE IJZERMONDING' (BELGIUM)

Adam Stefanie

Laboratorium voor Hydraulica, Departement Bouwkunde, Katholieke Universiteit Leuven
Kasteelpark Arenberg 40, B-3001 Heverlee, Belgium
E-mail: stefanie.adam@student.kuleuven.ac.be

The erodibility of mudflats is strongly determined by the biophysical characteristics of the sediments. Clay content that defines the cohesive properties of the sediment, and moisture content are the most important physical characteristic of the sediments (Mitchener and Torfs, 1996). Benthic microalgae increase the erosion threshold by forming a biofilm. On the other hand, sites dominated by macrofauna are more easily eroded, because of their grazing activities on benthic diatoms and the pelletization of the surface material (Austen *et al.*, 1999).

Models that predict the erodability and erosion rate of mudflats use these biophysical parameters as input data. Point sampling in field is tedious and time-consuming and often inadequate to represent the spatial and temporal heterogeneity. Airborne hyperspectral remote sensing is identified as a cost-effective tool that may be used to provide accurate synoptic maps of estuarine sediment distributions and biotic associations.

CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager)-images of the nature reserve 'de IJzermonding' at the Belgian coast are qualitatively classified using an unsupervised method based on Principal Component Analysis (PCA). The classification resulted in the discrimination between water flooded areas, vegetation, sandy and clayey areas, and the presence or absence of benthic diatoms. The PCA method is compared with the more subjective Spectral Angle Mapping (SAM) method of ENVI. A method is presented here that combines PCA and SAM.

The use of hyperspectral data promises to become effective for the quantification of biophysical characteristics of sediments in large and often inaccessible mudflats. For the quantification of sand, clay, and chlorophyll *a* as a measure of benthic diatoms, more research about the interaction of electromagnetic radiation with matter using controlled laboratory experiments is suggested.

References

- Austen A., T.J. Andersen and K. Edolvang. 1999. The influence of benthic diatoms and invertebrates on the erodibility of an intertidal mudflat, the Danish Wadden Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 49:99-111.
- Mitchener H. and H. Torfs. 1996. Erosion of mud/sand mixtures. *Coastal Engineering* 29:1-25.

FIELD FORECAST VERIFICATION IN THE MEDITERRANEAN SEA. DISCRETE WAVELET TRANSFORMS OF AN ASSIMILATION EXPERIMENT IN A TWO-WAY NESTED MODEL OF THE LIGURIAN SEA

Alvera Azcárate Aida¹, Alexander Barth¹, Zied Ben Bouallègue¹, Luc Vandembulcke¹, Michel Rixen² and Jean-Marie Beckers¹

¹ GHER, University of Liege
Sart Tilman, B4000, Belgium
E-mail: A.AlveraAzcarate@ulg.ac.be

² SACLANT Undersea Research Centre, La Spezia, Italy

The verification of forecasted 3D fields is a difficult task, because of its high dimensionality. Traditional measures used in forecast verification, such as mean square error, correlation or skill scores measures are very useful to know the accuracy and skill of a model, but they summarize the comparison between two complex fields (model and observations) into a reduced set of numbers. Discrete Wavelet Transforms are used in this work to decompose the model results and the observations into several spatial scales. Field closeness can be examined at each of those spatial scales, by computing the traditional measures cited above. In that way, the scales presenting higher errors can be identified.

A system of nested primitive equation models described in Barth *et al.* (2003) is coupled with a reduced order, optimal interpolation data assimilation scheme. The system is composed by a low resolution model (25km) covering the whole Mediterranean Sea, an intermediate resolution model (5km) of the Liguro-Provençal basin and a high resolution model (1.67km) simulating the fine mesoscale structures in the Ligurian Sea. The aim of this work is to establish the benefit of the assimilation of Sea Surface Temperature over the model without assimilation, using the techniques explained above. *In situ* measurements (CTD profiles from cruises from the MEDAR/Medatlas database (Medar Group, 2002) and a SIRENA cruise (from SACLANT Center) are also used to establish the skill of the model.

References

- Barth A., A. Alvera-Azcárate, M. Rixen M. and J.M. Beckers. 2003. Two-way nested model of mesoscale circulation features in the Ligurian Sea. Progress In Oceanography (accepted).
- MEDAR Group. 2002. MEDATLAS/2002 database. Mediterranean and Black Sea database of temperature salinity and bio-chemical parameters. Climatological Atlas. IFREMER Edition (4 CD-ROMs).

RECONSTRUCTION OF INCOMPLETE SATELLITE IMAGES IN THE ADRIATIC SEA. STUDY OF AN UPWELLING IN THE ALBANIAN COAST

Alvera Azcárate Aida¹, Alexander Barth¹, Michel Rixen² and Jean-Marie Beckers¹

¹ GHER, University of Liege
Sart Tilman, B-4000, Belgium
E-mail: A.AlveraAzcarate@ulg.ac.be

² SACLANT Undersea Research Centre
La Spezia, Italy

Clouds in satellite images are a common problem. When working with these data it is often desirable, if not necessary, to have complete fields. A method for the reconstruction of missing data in large data sets (Beckers and Rixen, 2003; Alvera-Azcárate *et al.*, 2004) is presented. The method, called DINEOF (Data INterpolating Empirical Orthogonal Functions), calculates the missing data from an optimal number of EOFs determined by cross-validation. A Lanczos method has been used for the EOF decomposition, in order to work with large matrices. In this work we present the reconstruction of a cloudy set of AVHRR SST satellite images of the Adriatic Sea. The results obtained are robust, as can be seen when comparing them to *in situ* observations [CTD profiles from MEDAR/Medatlas database (Medar Group, 2002)]. The results of the reconstruction are analysed, in particular a cold water event in the Albanian coast. This kind of event can be due to the action of winds, namely the Bora wind. Temporal EOFs and surface winds from ECMWF 40 years reanalysis are used to study this event.

References

- Alvera-Azcárate A., A. Barth, M. Rixen and J.-M. Beckers. 2004. Reconstruction of incomplete oceanographic data sets using Empirical Orthogonal Functions. Application to the Adriatic Sea. Submitted to Ocean Modelling.
- Beckers J.-M. and M. Rixen. 2003. EOF calculations and data filling from incomplete oceanographic data sets. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology. (in press).
- MEDAR Group 2002. MEDATLAS/2002 database. Mediterranean and Black Sea database of temperature salinity and bio-chemical parameters. Climatological Atlas. IFREMER Edition (4 CD-ROMs).

HOW MANY SPECIES ARE THERE IN THE NORTH SEA?

Appeltans Ward and Edward Vanden Berghe

Vlaams Instituut voor de Zee
Vismijn, Pakhuizen 45-52, B-8400 Oostende, Belgium
E-mail: warda@vliz.be

Since the establishment of the Flanders Marine Data and Information Centre (VMDC) we have been working on a central species register, 'Aphia', to support all other biological applications of the data centre. Taxonomic information including synonymy and higher classification is stored in a single relational database. At the moment, Aphia holds around 20,000 taxa for a geographical range roughly corresponding to the North Sea, including adjacent areas such as estuaries and the English Channel. The information is primarily retrieved from authoritative publications, but has also come from experts and other databases (with a total of 1,200 sources). We recently started screening grey literature and historical data from publications dating back to the mid nineteenth century. Some attempts have been made recently (Cattrijsse and Vincx, 2001; Kerckhof and Houziaux, 2003) to provide a picture of Belgium's marine biodiversity. However, none of these were fully satisfactory as no attempt was made to list all the information that has been recorded by our prominent and most notable Belgian taxonomists (a.o. Van Beneden, Leloup, Gilson, Adam,...) in the last 150 years till the intensive sampling campaigns from the 1970s on. Bearing in mind May's (1988) pertinent question of how many species there are on earth, we are far from knowing of what exactly occurs and was found in the North Sea and along our coasts. Last year the number of taxa stored in our register increased with 32%. Of the newly entered species, 27% are redundant names that were relegated to synonymy. We were still able to add 33% valid species names (reaching a total of ~8,150 valid species) with no less than 77% increase for species mentioned from Belgian marine waters. The total for Belgium now stands at 2,700 valid species. Clearly, our mission is not accomplished yet, and this is still very much a work-in-progress that requires more input, quality control and close collaboration with the experts in the field. May be within a few years we'll have a full scope of our historical and current biological diversity. (Find out more at <http://www.vliz.be/vmdcdata/aphia/index.htm>)

References

- Cattrijsse, A. and M. Vincx. 2001. Biodiversity of the benthos and the avifauna of the Belgian coastal waters: summary of data collected between 1970 and 1998. Sustainable Management of the North Sea. Federal Office for Scientific, Technical and Cultural Affairs, Brussel, Belgium. 48 pp.
- Kerckhof F. and J.S. Houziaux. 2003. Biodiversity of the Belgian marine areas. p.350-385. In: Peeters M. *et al.* (2003). Biodiversity in Belgium, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, Belgium.
- May R.M. 1988. How many species are there on earth? *Science* 241:1441-1449.

ZOOPLANKTON DISTRIBUTION ACROSS THE BRACKISH AND FRESHWATER ZONE OF THE SCHELDT ESTUARY

Azémar Frédéric¹, Frank Fiers² and Micky Tackx³

¹ Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes, LEH-FRE UPS-CNRS 2630, Bât. 4R3, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse Cedex 4, France
E-mail: azemar@cict.fr

² Invertebrate Section, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Vautierstraat 29, B-1000 Brussels, Belgium

³ Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes, LEH-FRE UPS-CNRS 2630, 29 rue Jeanne Marvig, F-31055 Toulouse Cedex 4, France

Zooplankton diversity and distribution in the brackish and freshwater zone of the Scheldt is studied, as a continuation of preceeding studies held in the periods 1967-1969 and 1995-1997. We report on the species diversity and abundance of the zooplankters, collected on a monthly basis, in 20 sampling sites along the salinity gradient. Calanoids occur mainly in the brackish part, with *Eurytemora affinis*, *Acartia tonsa* and *Eudiaptomus gracilis* as the dominant species. These species are far less common in the freshwater transect. In the freshwater region, rotifers (i.e. *Brachionus calyciflorus*, *Keratella quadrata*, among others), cyclopids (i.e. *Acanthocyclops robustus*, *Cyclops vicinus*) and cladocerans (*Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*...) are the dominant zooplankters.

In addition, we report the presence of several species which were not detected in the former studies, such as the rotifers *Brachionus leydigi* var. *quadratus*, *Notholca labis*, *Platylabus quadricornis*, *Euchlanis dilatata*, *Gastropus hyptopus*, *Testudinella patina*, *Polyarthra dolichoptera* and *Trichotria* sp.; the cladocerans *Acroperus harpae* and *Biapertura affinis*, and the harpacticoid *Bryocamptus* (*Bryocamptus*) *minutus*.

SUSTAINABILITY INDICATORS FOR THE BELGIAN COAST

Belpaeme Kathy², Ann-Katrien Lescrauwaet¹, Francisco Hernandez¹, Edward Vanden Berghe¹ and Jan Mees¹

¹ Vlaams Instituut voor de Zee

Vismijn, Pakhuizen 45-52, B-8400 Oostende, Belgium

² Coördinatiepunt voor Geïntegreerd Beheer van Kustgebieden

Vismijn, Pakhuizen 45-52, B-8400 Oostende, Belgium

E-mail: kathy.belpaeme@west-vlaanderen.be

Our goal: stimulate working towards a sustainable management of the Belgian coast. To achieve this goal, common future perspectives, operating the development and sustaining the formulation of the long-term strategic objectives, are needed. The development of a set of indicators is one way to control and to support such a complex matter as sustainable coastal management.

An indicator is a measure (data/number/value/...) used to describe important phenomena as well as to reflect the actual state in a well-defined policy area. A well balanced set of indicators, in which each indicator is evaluated on a regular basis, will map out the evolution towards (or away from) sustainability. A set of indicators is a management tool which will help policy makers to take the right decisions and to communicate about the state of the art of the coast.

In a preliminary study (Centrum voor Duurzame Ontwikkeling, CDO, Ghent University, 2001) a future vision for the Belgian coast was proposed. This vision was developed in close co-operation with civil servants both from provincial and Flemish administrations. In the future vision document six equivalent priorities for sustainable development of the coastal zone were put forward: improving the quality of living and housing environment, preserving and strengthening of the socio-cultural capital, improving the environment and nature, strengthening of the economical texture, supporting tourism and recreation, carrying out governance renewal.

Starting from an extensive list of possible indicators for the Belgian coast, an interactive approach was used to deduce a smaller set of indicators which can be used as 'signboard' , but also as a directive for the management priorities, a communication tool as well as a basis on which efforts for data collection can be centred on.

The extensive list was the object of critical analysis by civil servants and representatives of coastal actors gathered in two workshops (7 June 2002 and 20 January 2003). The results of these workshops were decisive for the final set of indicators.

In order to define the indicators, the following policy domains were studied: quality of life, quality of environment, tourism and recreation, quality of work, transport and ports, nature development and management, cultural heritage and immaterial capital, industry and SME, use of live resources, institutional organisation and management, social attention.

Through this study, indicators able to translate the future perspectives into manageable numerical data were sought for each particular domain.

The participants drew up a list of 50 indicators that, in their opinion, can be used to observe in an efficient way the future perspective of the coastal zone.

For the top 20 – the 20 most representative – exhaustive filing cards have been set up

and data, where possible over several years, have been gathered. These data are now freely available on the website: www.vliz.be/projects/indicatoren.

The set of indicators proposed here is by no means final. A barometer being constantly in motion, its regular use will lead to optimise this policy instrument.

A NEW SCHELDT INITIATIVE : A FLEMISH BRANCH OF THE SCHELDT INFORMATIONCENTER - EEN NIEUW SCHELDE-INITIATIEF: EEN VLAAMSE AFDELING VAN HET SCHELDE INFORMATIECENTRUM

Beyst Bregje

Schelde InformatieCentrum Vlaanderen
Vismijn, Pakhuizen 45-52, B-8400 Oostende, Belgium
E-mail: bregje.beyst@vliz.be

The Scheldt InformationCenter acts as an information platform for the estuary of the river Scheldt. This center is active in The Netherlands and recently also in Flanders. Its area of interest concerns the tide-related part of the river Scheldt, i.e. from Ghent (B) to the mouth in Vlissingen (NL).

The main task of the Scheldt InformationCenter is putting information about the estuary area at the disposal of everybody interested in the subject. Additionally, the institute acts as a contact point. The Scheldt InformationCenter contributes also in popularising less accessible reports and publications and has therefore an interface function between the public authorities, the scientific community and the public at large. Coordinating Scheldt-related projects is another task of the institute. In all activities, the different functions of the estuary, safety, policy and management are central issues.

By informing everybody about the river Scheldt, the institute hopes to enlarge the involvement and public awareness of this estuary, a river so important for Sealand (NL) as well as Flanders (B).

Het Schelde InformatieCentrum is een Vlaams-Nederlandse organisatie die fungeert als een informatieplatform voor het Schelde-estuarium. Het centrum informeert en documenteert over het getijgebonden deel van de Schelderivier, dit is het deel tussen Gent (B) en de monding in Vlissingen (NL).

Het hoofddoel van het Schelde InformatieCentrum is het versterken van de **kennis** over en het **inzicht** in het Schelde-estuarium (en de functie ervan voor mens en natuur). Het centrum stelt hiervoor informatie ter beschikking voor iedereen die geïnteresseerd is in het onderwerp, zowel particulier als professioneel, en profileert zich zodoende als een aanspreekpunt voor alles wat betrekking heeft op het Schelde-estuarium. Door moeilijk toegankelijke rapporten en publicaties te 'vertalen', kan het Schelde InformatieCentrum de tussenstap zijn bij communicatie van de overheid en wetenschappelijke instellingen naar het 'grote publiek'. Daarnaast coördineert het centrum een aantal projecten zoals een educatieve website met lespakket voor scholen, een informatieve website voor Scheldeguides en de Scheldekant en geeft het de Schelde Nieuwsbrief uit. In de informatievoorziening en in de projecten staan de verschillende functies (natuur, economie, recreatie en cultuur), de veiligheid en het beleid en beheer van de Schelde centraal.

Ook het versterken van de **binding** van de bevolking met het estuarium is een belangrijke doelstelling van het Schelde InformatieCentrum. Door een grotere betrokkenheid te bevorderen, hopen we bij te dragen tot een duurzame ontwikkeling van het Schelde-estuarium.

Sinds januari 2003 is het Schelde InformatieCentrum uitgebreid met een Vlaams aanspreekpunt (info@scheldenet.be). Meer informatie is te vinden op www.scheldenet.be.

FISHBASE: ENCYCLOPAEDIA AND RESEARCH TOOL

Boden Gert and Jos Snoeks

Departement Zoologie – Ichtyologie, Koninklijk Museum voor Midden-Afrika
Leuvensesteenweg 13, B-3080 Tervuren
E-mail: gert.boden@africamuseum.be

FishBase was conceived in 1987 within ICLARM and received large support from the European Commission from 1989 onwards. In 2000, it entered a new phase being managed by a FishBase Consortium, consisting of seven members (The Africa Museum, Tervuren, the Paris and the Stockholm Natural History Museums, FAO, the WorldFish Center (former ICLARM), and the universities of Kiel and British Columbia). The Africa Museum is responsible for the update and verification of all African fish data. Originally FishBase was created to facilitate the transfer of information and knowledge of fishes to the developing countries, but gradually it developed into the largest database on fishes. A FishBase book and CD-ROMs are published, with an update every year, and since 1998 FishBase is freely available on the internet (www.fishbase.org), with an update every month. The number of hits increased from a few 100.000 in 1999 to about 8 million in November 2003. Information can be searched by common name, scientific name, family, country, ecosystem or numerous other topics. Various foreign scripts are included to facilitate the search option by common name for non-scientists. Scientific publications and data provided by experts form the basis for the information in FishBase. When using FishBase, one is referred to the original scientific publications in order to give credit to the authors. The information can be taxonomical, geographical, ecological or morphological, but also data on reproduction, metabolism, genetics and population dynamics are part of FishBase. Fish collections of more than 30 musea can be consulted on-line and tools such as biogeographical modelling, trophical pyramids, identification keys and fishery statistics can be accessed. Information already available in other databases such as the Catalog of Fishes, LarvalBase, GenBank and the IUCN Red List Database is available through direct species-level links.

Nd AND Pb ISOTOPE SIGNATURES OF THE CLAY-SIZE FRACTION OF LABRADOR SEA SEDIMENTS DURING THE HOLOCENE: IMPLICATIONS FOR THE INCEPTION OF MODERN DEEP CIRCULATION PATTERN

Brasseur Robert¹, Marc Humblet¹, Hillaire-Marcel Claude² and Nathalie Fagel¹

¹ UR. Clay and Paleoclimate and Mare, Department of Geology and Oceanography, University of Liège, Allée du 6 août, B-4000 Belgium
E-mail : roberbrasseur@skynet.be; nathalie.fagel@ulg.ac.be

² Centre de Recherches en Géochimie Isotopique et Géoarchéologie (GEOTOP), Université du Québec à Montréal, H3C 3P8, CP8888, Canada

Nd and Pb isotopes were measured on the fine fraction of one sediment core drilled off southern Greenland (MD99-2227). This work aims to reconstruct the evolution of deep circulation patterns in the North Atlantic during the Holocene on the basis of sediment supply variations. For the last 12 kyr, three sources are involved in the sediment mixture: the North American Shield, the Panafrican and Variscan crusts, the Mid-Atlantic Ridge. Clay isotopic signatures indicate two mixtures of sediment sources for the last 12 kyr. The first mixture (12.2-6.5 kyr) is composed of material derived from the North American shield and from a 'young' crustal source. From 6.5 kyr onward, the mixture is defined by a 'young' crustal component and by a mantellic component characteristic of the Mid-Atlantic Ridge. Since the significant decrease of proximal deglacial supplies, the evolution of the relative contributions of the sediment sources implies major changes in the relative contributions of the Western Boundary Undercurrent components for the last 8.4 kyr. The progressive intensification of the Western Boundary Undercurrent is associated with the transport of the North East Atlantic Deep Water until 6.5 kyr then, by the Denmark Strait Overflow Water mass. The setting up of the modern circulation pattern at 3 kyr suggests a decrease of the control by the Denmark Strait Overflow Water mass. This change is synchronous with inception of the Labrador Sea Water mass. Our isotopic dataset emphasizes several changes in the relative contribution of the North Atlantic Deep Water components through the Holocene.

REPRODUCTIVE, GENETIC AND PHENOTYPIC VARIATION PATTERNS IN RELATION TO TOXICITY IN THE *PSEUDO-NITZSCHIA* *PUNGENS/MULTISERIES* COMPLEX

Casteleyn Griet, Victor Chepurinov, Koen Sabbe and Wim Vyverman

Section Protistology and Aquatic Ecology, Department of Biology, University of Ghent
Krijgslaan 281 S8, B-9000 Ghent, Belgium
E-mail: griet.casteleyn@ugent.be

The marine, planktonic diatom genus *Pseudo-nitzschia* includes several species capable of producing domoic acid, the causative agent of Amnesic Shellfish Poisoning. Amongst the potentially toxic representatives, the *P. pungens/multiseries* complex is the most abundant in the North Sea. The goal of this study is to gain a better understanding of the patterns in genetic, reproductive ecophysiological and morphological variation and the relationship to toxin production within this complex. This will lead to a better insight in the distribution of potentially toxic strains within these species and will help developing efficient detection methods.

To obtain this goal we are building a collection of monoclonal cultures of *Pseudo-nitzschia* from different stations in the North Sea, the Westerscheldt, the Sluice-dock of Ostend and other parts of the world. In order to elucidate the sexual compatibility between different strains, crossing experiments are being carried out. Preliminary results indicate that *P. pungens* strains of different locations in the North Sea are sexual compatible. Genetic differentiation and phylogenetic relationships will be assessed using the internal transcribed spacers (ITS1 and ITS2) of the nuclear ribosomal DNA. This genetic marker has already been successfully used for phylogenetic analyses in *Pseudo-nitzschia*. Some of these studies have demonstrated the presence of genetically distinct but morphologically indistinguishable species.

OPTIMIZATION AND VALIDATION OF BIOGEOCHEMICAL MODELS

de Brauwere Anouk

Vrije Universiteit Brussel, Vakgroep Scheikunde, Onderzoeksgroep Analytische en Milieuchemie
Pleinlaan 2, B-1050 Brussel, Belgium
E-mail: adebrauw@vub.ac.be

In the framework of aquatic ecosystems studies, the determination of exchange rates between different nutrient reservoirs is of crucial importance for the understanding of biogeochemical cycles. In this study quantification of the exchange rates based on stable isotope tracer experiments is investigated. In order to extract values for the flux rates from these measurements, it is necessary to postulate a model and, if required, to choose an appropriate optimization method. The numerical values will largely depend upon the criterion and method used to match model and measurements. The aim of this work is to make a rigorous contribution to the estimation of flux rates, allowing to issue statements about the result uncertainty for both random and systematic errors. A series of models is considered, describing both the silicon and nitrogen cycling in aquatic systems.

In a first step, the cost function concept is introduced. A cost function expresses the goodness of fit between measurements and postulated model. The optimal parameters (here they represent flux rates) thus correspond to a minimal cost function. Least Squares and Weighted Least Squares cost functions are two classical examples. Since in our case experimental uncertainties are known, the Weighted Least Squares method is preferred: (i) it provides a more reliable estimation, and (ii) the residual cost function value can be interpreted, thus providing additional information concerning the significance of the difference between model and measurements. For instance, one examined experiment has been identified as an outlier, although it was not yet compared to any other measurement. When the method is applied to a whole data set of 53 experiments, two other outliers are unmasked. Moreover, an overall statistical analysis reveals that the experimental uncertainties, provided by the experimentalist, are overestimations of the real ones.

In the second part, the Weighted Least Squares procedure and its underlying assumptions are validated on simulations. Some weaknesses of the estimator are illustrated. An improvement is proposed, based on taking both input and output experimental uncertainties into account. This procedure appears to offer better results, especially to quantify the uncertainty on estimated flux rate values.

Finally, a new optimization method is presented, based on Interval Analysis. Whereas most methods use local optimizations, this approach is able to guarantee that the parameters found correspond to all the global minima the cost function possesses. This allows a unique reliability of the solutions. The method was applied to several nitrogen models in order to determine whether the solution loci associated with the model are uni- or multi-modal. One unreliable model was revealed, which was proved to be useless for precisely determining flux rates.

OPTIMISATION OF SCOUR PROTECTION OF OFFSHORE WIND FARMS UNDER COMBINED HYDRODYNAMICAL LOADING

De Vos Leen

Coastal Engineering Section, Department of Civil Engineering, Ghent University (UGent)
Technologiepark 904, B-9052 Zwijnaarde, Belgium
E-mail: Leen.DeVos@UGent.be

Offshore wind farms promise to become an important source of energy in the near future. For several reasons these farms are located further and further offshore. First of all wind is more frequently and more intense offshore, secondly the wind speed is also more regular and thirdly visual impact is reduced, which is lately a very important factor. Building these farms, a lot of engineering problems have to be solved. One specific problem concerns the scouring of the sea bottom around the foundation of the windmills. The combined action of currents and waves may induce local scour around the support structure of the wind turbine, as well as global scour due to the installation of the windfarm.

As scour is a threat to the stability of the structure, its influence on the safety and price of the structure is undeniable. Furthermore risks are difficult to predict. One possible option is to increase the dimensions of the structure and its foundation, which leads to an important supplementary cost. Another option is to design an optimal protection system, which prevents the erosion to occur.

The aim of the study is to improve and extend existing design criteria for such a scour protection on the basis of:

- a) an extended literature study concerning erosion problems around structures in a marine environment. Recent years have witnessed a rapid development of knowledge in flow and scour processes around marine structures and a substantial amount of knowledge has accumulated as a result of this intensive research;
- b) an experimental study in a laboratory environment. As scour processes due to a combined action of waves and currents are very complex, physical modelling is an indispensable part of this study. A new laboratory flume (dimensions of the flume are $L \times W \times H = 30 \times 1 \times 1.2 \text{ m}$) is at the disposal of the study;
- c) prototype measurements. Field studies often provide the best data, but they are scarce and very expensive. Installing measurement devices during the installation of a windfarm is a recommended option;
- d) numerical modelling of the problem. The growing use of numerical models in coastal engineering is remarkable. Numeric results will be compared with experimental and field data.

In the presentation the general methodology will be discussed.

References

- Sumer B.M. and Fredsøe. 1999. Wave scour around structures. Advances in Coastal and Ocean Engineering 4. Ed. P.L.-F. Liu, World Scientific
- Sumer B.M. and Fredsøe. 2001. Scour around a pile in combined waves and current. ASCE Journal of Hydraulic Engineering.

CARBON DIOXIDE TRANSFER AT THE ICE-SEA AND AIR-ICE INTERFACES: A STEP TOWARDS THE END OF A LONG-LIVED PARADIGM?

Delille Bruno¹, Anne J. Trevena², Delphine Lannuzel³, Marie-Line Sauvée³, Bronte Tilbrook⁴, Michel Frankignoulle¹, Alberto V. Borges¹ and Jean-Louis Tison²

¹ Unité d'Océanographie Chimique, Université de Liège
Allée du 6 Août, 17, B-4000 Liège, Belgium
E-mail: Bruno.Delille@ulg.ac.be

² Glaciology Unit, Department of Earth and Environmental Science, Université Libre de Bruxelles, CP 160/03, 50, av. F.D. Roosevelt, B-1050 Brussels, Belgium

³ Océanographie Chimique et Géochimie des Eaux, Université Libre de Bruxelles
Campus de la Plaine, CP 208, Boulevard du Triomphe, B-1050 Brussels, Belgium

⁴ CSIRO Marine Research, PO Box 1538, Hobart, Tasmania 7001, Australia

Spring dynamics of partial pressure of CO₂ (pCO₂) within and below fast sea ice and associated exchanges of CO₂ at the ice-sea and air-ice interfaces were investigated in conjunction with the measurement of an extended and comprehensive set of physical, biological, and biogeochemical parameters in the framework of the SIBCLIM project (Sea Ice Biogeochemistry in a Climate Change Perspective).

Preliminary results exhibit fast CO₂ dynamics in sea-ice, mainly driven by internal physical and biogeochemical processes. pCO₂ in brines ranged from marked undersaturation down to 210 ppmV to oversaturation up to 915 ppmV while DIC reached values up to 5975 μmol.kg⁻¹. p CO₂ from crushed sea-ice evidenced strong vertical gradient of p CO₂ with p CO₂ ranging in some cases from oversaturation at the air-ice interface to undersaturation at the ice-sea interface. Amongst the physical properties of the sea ice cover, the temperature profile appears to be the main controlling factor on the CO₂ dynamics. Ice below the porosity threshold of about -5°C displays the higher p CO₂ values, whilst the warmer, more porous, ice favours the set up of primary production and hence, shows the lowest pCO₂ values. At the ice-sea interface, spring initial release of dense CO₂ rich brines tends to increase p CO₂ of the water column while the following development of primary production leads to a shallow decrease of p CO₂. Strong gradients of CO₂ have been observed at the air-ice interface either positive or negative, depending primarily on the temperature profile. These gradients can drive exchanges of CO₂ up to 1.8 mmol.m⁻².d⁻¹, depending of the snow cover and the ice temperature.

From this study, it appears that spring Antarctic pack ice can either act as a source or as a sink of CO₂ for both the atmosphere and the underlying water, in close connection with its thermal and biogeochemical seasonal history. For decades, sea ice was seen as a simple inert stopper for air-sea exchange of CO₂; this long-lived paradigm should be revisited in some part.

MYSIDA TAXONOMY – MORE THAN DESCRIBING NEW SPECIES

Deprez Tim

Section Marine Biology, Department of Biology, University of Ghent
Krijgslaan 281 S8, B-9000 Ghent, Belgium
E-mail: tim.deprez@Ugent.be

The order Mysida is a group of about 1000 species belonging to the Peracarid Crustaceans. The taxonomy of this taxon is relatively well-studied although a structured global overview is lacking. Combining literature information and collection data through a webbased database system (NeMys) offers possibilities to comprehend biogeographical and morphological patterns within the order.

All possible literature from different points of view (taxonomical, biogeographical, ecological, ...) is analysed and data on morphology, ecology and geography is entered in the database. Collection data from collections all over the world are also added to the dataset. By creating summarising outputs from these huge databases it is possible to extract phylogenetic morphological patterns which may help to understand relations within the whole order. Bringing all the biogeographical records together on maps shows clearly distribution patterns of species and possible links with physical or biological environmental variables.

This study shows that making use of recent technologies enlarges the group of end-users of the taxonomical work. Not only taxonomists but also people working in many other domains involved with the Mysida can benefit from the work done. Taxonomy can only survive when taking the digital highway!

AN ONLINE MARINE ENVIRONMENTAL DATABASE DEVELOPED FOR SCIENTISTS AND DECISION MAKERS

Mia Devolder¹, Karien De Cauwer¹, Siegrid Jans¹ and Serge Scory¹

¹ Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of Mathematical Models of the North Sea (MUMM), Gulledele 100, 1200 Brussels, Belgium
E-mail: bmdc@mumm.ac.be

The Belgian Marine Data Centre (BMDC) is created within MUMM to store and validate scientific data obtained by different data producers and to disseminate the results to the public. Therefore an online marine database was developed that is run as a permanent public activity.

The challenge: integrating many data types in one database

A wide range of physical, chemical or biological data at sea, from, e.g. salinity to community structures through contaminant concentrations in biological tissues or optical properties of the seawater are stored in one database. This design offers an easier cross-handling of different data types, from different sources.

From a data base to an information system

Data, especially those collected at sea, require considerable resources for their collection and analysis and present valuable information on the state of the marine ecosystem. It is therefore of the utmost importance to preserve the data in the best possible condition for their present uses and for the future. This requires a database with a high quality control level, using modern technologies in the first place. However, the use of the archived information by the scientist, policy makers and the public in general is as important.

Therefore, an online access to the database is available. By specifying his selection criteria in a request form, the user can download the data he is looking for. Once the results are obtained, a spatial analysis tool is freely and online available for the visualization of the results on an interactive map.

The system is online available at <http://www.mumm.ac.be/datacentre>.

Demonstration

During the demonstration, data selection and retrieval, visualization and spatial analysis possibilities of the BMDC's marine database will be demonstrated.

DIGITAL TERRAIN MODELLING AND PROPAGULE DISPERSAL IN KENYAN MANGROVES WITH A ZONATED VEGETATION STRUCTURE (GAZI BAY)

Di Nitto Diana^{1,2}, Farid Dahdouh-Guebas¹, Hugo Decleir², James Kairo³ and Nico Koedam¹

¹ Laboratory of General Botany and Nature Management, Mangrove Management Group, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, B-1050 Brussels, Belgium
E-mai: ddinitto@vub.ac.be

² Laboratory of Cartography and Geographic Information Systems, Laboratory of Physical Geography, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, B-1050 Brussels, Belgium

³ Kenya Marine Research and Fisheries Institute, PO Box 81651, Mombasa, Kenya

In February – March 2002 fieldwork was carried out in a classic zoned mangrove forest at Gazi Bay (Kenya) and included topographical measurements and a collection of the vegetation data in the work field, but also successive propagule counting along five line transects. The main objective of the present experimental study relates to the study of vegetation structure dynamics and contributes to an overall view on where propagules can establish from the moment they detach themselves from their parental tree. The latter particularly concerns the juvenile vegetation layer of the species *Rhizophora mucronata* and *Ceriops tagal*.

This part of the research framework gives the possibility to start working in a GIS environment and resolving several questions regarding the impact of degradation and sea level changes on the dispersal of propagules at the study area in question. The GIS-analyses take into account the available information derived from the fieldwork, but alternations that go hand in hand with degradation and/or sea level changes (e.g. changes in topography, erosion patterns, rates of sediment supply, golf action,...) are beyond the scope of this explorative study.

The main findings that result from these analyses are that the study area at present has the potential to successfully rejuvenate and renew, although increasing anthropogenic pressures could have severe consequences on the dispersal of the propagules within this mangrove stand through the loss of aerial roots masses which were shown to provide stranding areas to propagules. Also, the hypothetical scenario that represents a minimum sea level rise of 4.8 mm.y⁻¹ could alter the distribution pattern of the juvenile vegetation layer within a time span of 20 years, which could lead to notable floristic modifications from a regional point of view.

GENE FLOW AMONG EUROPEAN POPULATIONS OF DOVER SOLE (*SOLEA SOLEA*, TELEOSTEI)

Draisma Stefano, Filip Volckaert, Bart Hellemans and Peter Bossier

Laboratory of Aquatic Ecology, Katholieke Universiteit Leuven
Charles de Bériotstraat 32, B-3000 Leuven, Belgium
E-mail: stefan.draisma@bio.kuleuven.ac.be

The Dover sole (*Solea solea*) is a commercially important flatfish inhabiting the continental flat of the warm-temperate parts of the northeast Atlantic and the Mediterranean Sea. Spawning takes place in spring at several spawning grounds along the European and African coast. Eggs and larvae spend several weeks in the water column before settling and moving to the nursery grounds. Although marine organisms have a high potential for dispersal, physical and behavioural factors often limit dispersal and facilitate the maintenance of a population structure. The question rises to what degree gene flow occurs between different spawning populations of Dover sole. This species might show some kind of homing behaviour and thus structuring of populations. In order to evaluate genetic discreteness in Sole stocks, six microsatellite loci were genotyped. Microsatellite diversity is high. Neighbouring samples differ slightly from each other and follow a pattern of isolation by distance. Future research will focus on southern North Sea populations.

INTERNATIONAL ECOMAMA COMMUNITY MEETS BENTHIC COMMUNITIES AT DE PANNE

ECOMAMA first year students¹ 2002-2003, Valentine Mubiana and Natalie Beenaerts²

¹ Calewaert Jan-Bart, Humphrey Darko, Rhia Odessa Gonzales, Rachmat Irwansjah, Mirabel Mballo, Izak Johannes Meyer, Griet Neukermans, Dioli An Payo, Paivi Rhyhannen, Serge Rotenberg, Etwin Kuslati Sabarini, Chuanfeng Sun, Tuan Truong, Nguyet Hoang Minh, Taita Terer, Anton Van de Putte, Yuan Yi

² Laboratorium voor Ecologie en Systematiek, Vakgroep Biologie, Free University of Brussels (VUB), Pleinlaan 2, B-1050 Brussel, Belgium
E-mail: nbeenaer@vub.ac.be

The macrobenthos inhabiting the intertidal zone of De Panne Beach, fronting the 'Westhoek' dune reserve, serves as a food source for a rich marine avifauna. A study of the important macrobenthic community of this ultra-dissipative beach was conducted by an international group of students (1st year MSc. ECOlogical MARine MANagement) as part of their practical exercises.

From the dyke to the shore three sampling sites were chosen at approximately equal distances from each other, representing 'upper shore', 'middle shore' and 'lower shore'. At each site, three replicate samples were taken, just below the water line on 1-2 April by excavating sediment enclosed by a frame with a surface area of 0.1m², to a depth of ca. 0.15m. Organisms were identified and counted up to Family level in the laboratory in May 2003. The communities of the three beach sites were compared for abundance, diversity (Shannon-Wiener index) and evenness using univariate and multivariate statistical techniques.

A total number of 141 individuals of 24 families belonging to four different phyla were found. The community structure of the upper shore had the highest number of individuals, dominated by a few species of Polychaeta and low family diversity. The family association of the lower shore had highest family diversity and lower abundances per family. The community structure of the middle beach had lowest family diversity and lowest abundance, acting as a transition zone between the high and the low intertidal communities. These findings correspond well to existing literature (Elliot *et al.*, 1996; Degraer, 1999; Degraer *et al.*, 1999).

References

- Degraer S. 1999. Het macrobenthos van ondiepe mariene habitats (de Belgische kust) en het belang voor het beheer van de kustzone [Macrobenthos of shallow marine habitats (Belgian coast) and its use in coastal zone management]. PhD Thesis, University of Gent, Zoology Institute, Marine Biology Section, Gent, Belgium. 158pp.
- Degraer S., I. Mouton, L. De Neve and M. Vincx 1999. Community structure and intertidal zonation of the macrobenthos on a macrotidal, ultra-dissipative sandy beach: summer-winter comparison. *Estuaries (Chesapeake Bay)* 22(3B): 742-752.
- Elliot B., S. Degraer, M. Bursey and M. Vincx 1996. Intertidal zonation of macroinfauna on a dissipative, sandy beach at De Panne (Belgium): a pilot study. *Biol. Jb. Dodonaea* 64:92-108.

PELAGIC METABOLISM OF THE SCHELDT ESTUARY MEASURED BY THE OXYGEN METHOD ON AN ANNUAL SCALE

Gazeau Frédéric^{1,2}, Alberto Viera Borges¹, Laure-Sophie Schiettecatte¹, Jack Middelburg³, Michel Frankignoulle¹ and Jean-Pierre Gattuso²

¹ Unité d'océanographie chimique, MARE, Université de Liège
B-4000 Sart-Tilman, Belgium
E-mail: gazeau@obs-vlfr.fr

² Laboratoire d'Océanographie de Villefranche, Quai de la darse, F-06230 Villefranche-sur-Mer, France

³ Netherlands Institute of Ecology, PO Box 140, NL-4400 AC Yerseke, The Netherlands

Pelagic gross primary production (GPP), community respiration (CR) and nitrification were measured in the turbid Scheldt Estuary by the oxygen Winkler method from January to December 2003 at monthly intervals (EUROTROPH EU project). Five stations along the estuary were investigated, corresponding to a salinity (S) range of 0-25. Water was sampled and incubated until sunset in 60 ml glass bottles stored in a 5 compartment incubator kept at *in situ* temperature by flowing water. Irradiance was controlled in each compartment by filters having a shading capacity ranging from 0 to 100%. In order to estimate the oxygen consumption due to the respiration and nitrification processes, samples were incubated, in the dark compartment, with and without addition of nitrification inhibitors.

Net community production (NCP) was most of the time negative in the estuary with values ranging from -275 to +31 mmol O₂.m⁻².d⁻¹ and the lowest values were found near Antwerp (S = 2). Strong pelagic GPP and positive NCP rates were observed in the freshwater part during summer with a maximal value in June (+373 mmol O₂.m⁻².d⁻¹), corresponding to an increase of the O₂ concentration and a decrease of the partial pressure of CO₂ (pCO₂) in the water column during this period. Nitrification contributes 5 to 60% of the oxygen consumption in the water column with highest values measured in the inner part of the estuary due to high ammonium and suspended matter concentrations. Assuming a C/O₂ molar ratio of 0.07, we estimated that nitrification represents on an annual scale 35% of organic matter production at salinity 2 which is consistent with previous estimates. NCP rates measured in 2003 are among the lowest reported in the literature and confirm the strong heterotrophic status of the Scheldt Estuary.

NON-TARGET EFFECTS OF THE INSECTICIDE METHOPRENE ON MOLTING OF MYSID SHRIMP (CRUSTACEA; MYSIDACEA)

Ghekiere A., T. Verslycke and C.R. Janssen

Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology, University of Ghent

Jozef Plateaustraat 22, B-9000 Ghent, Belgium

E-mail: an.ghekiere@UGent.be

Insecticides are often produced to target specific endocrine functions controlling processes like molting and metamorphosis of arthropod larvae. Of particular concern are the effects of juvenile hormone analogues such as methoprene, on non-target arthropods.

The aim of this study was to examine the influence of methoprene on molting of the estuarine mysid *Neomysis integer*. Subadults and < 24h old juveniles were exposed for 3 weeks to 0.01, 1 and 100 µg methoprene/l.

Methoprene delayed molting at concentrations 1 and 100 µg/l in the < 24h old juveniles, whereas no effects were observed on subadults. These results demonstrate that insecticides are capable of disrupting molting in non-target organisms. Furthermore it is concluded that molting is a useful endpoint to examine endocrine disruption in *Neomysis integer*.

Key words: Endocrine disruption; *Neomysis integer*; Juvenile hormone analogue; molting.

BIVALVES AS ENVIRONMENTAL ARCHIVES

Gillikin David P.¹, Dirk Steenmans¹, Li Meng¹, Tang Haiteng¹, Hans Ulens¹, Frank Dehairs¹, Willy Baeyens¹, Jacques Navez², Luc Andre², Eddy Keppens³, and the CALMARs group⁵

¹ Dept Analytical and Environmental Chemistry, Vrije Universiteit Brussel
Pleinlaan 2, B-1050, Brussels, Belgium
E-mail: david.gillikin@vub.ac.be

² Royal Museum for Central Africa, Mineralogy and Petrography, Leuvensesteenweg 13, B-8080 Tervuren, Belgium

³ Dept Geology, Vrije Universiteit Brussel, B-1050 Brussels, Belgium

⁴ A national project funded by the Belgian Federal Science Policy Office,
<http://www.vub.ac.be/calmar>

The chemical or isotopic composition of calcareous skeletons have long been recognised as archives of past and present environmental conditions. Although many methods have been developed, only recently has the potential of in-situ ultra-high resolution analysis of elements using Laser Ablation ICP-MS and micro-milling been evaluated. Recent studies have revealed that bivalves have the potential to be a high-resolution proxy of sea surface temperature (SST), precipitation, phytoplankton biomass (productivity), pH and heavy metal contamination. Oxygen isotopes ($\delta^{18}\text{O}$) of biogenic carbonates are a powerful proxy of SST, however salinity (SSS) significantly affects the oxygen isotopic signal recorded in the carbonate. This has led researchers to explore new proxies, which are independent of SSS. These 'new' proxies must be at least as reliable as $\delta^{18}\text{O}$. To be sure an environmental forcing is dominant in these signals, they should be reproducible between coexisting specimens.

To test the robustness of these proxies we are analyzing the shell material from many species bivalves including *Mytilus edulis*, *Modiolus modiolus*, *Mercenaria mercenaria*, and *Saxidomus giganteus*. Initial results show that expected temperature proxies are not straightforward; however, more work is needed on this topic. Barium signals in all shells analyzed to date have reproducible sharp peaks, apparently synchronized with the spring phytoplankton bloom. Through controlled laboratory experiments we are currently testing the link between both particulate and dissolved Ba and the signal recorded in the shell. Heavy metal pollution in estuaries is widespread. We are currently analyzing shells that grew along a strong pollution gradient in a Norwegian fjord. To ascertain the atmospheric and direct lead pollution to the coastal environment we are also analyzing a >70 year chronology of carbonate produced by clams along the East Coast of the US. We will present preliminary results from the experiments listed above.

MAFCONS: MANAGING FISHERIES TO CONSERVE GROUND FISH AND BENTHIC INVERTEBRATE SPECIES DIVERSITY

Goffin Annelies, Steven Degraer and Magda Vincx

Section Marine Biology, Department of Biology, University of Ghent
Krijgslaan 281 S8, B-9000 Ghent, Belgium
E-mail: annelies.goffin@UGent.be

MAFCONS is an EC funded project that combines six partners with research activities in the North Sea. It is an applied ecology research project that wants to provide fisheries managers with a mathematical 'tool' to adopt a proactive ecosystem management approach. The relationship between fishing, as a disturbance, and the response of the benthic and fish communities, as the change in species diversity, needs to be clearly defined. For it the ecological 'Huston's Dynamic Equilibrium Model' will be tested. This model relates diversity simultaneous to productivity and disturbance. It expresses that a change in diversity caused by a change in disturbance is dependent on the level of productivity. The Huston model and the relevant variables were discussed and evaluated in different workshops. The main objective of this project is to provide a mathematical tool based on the Huston model, that allows to predict the consequences of fisheries management policies on species diversity. Data for diversity and productivity assessment within different ICES rectangles are collected by each partner. The first campaign of the Belgian and Dutch partners coincided with the yearly IBTS survey, executed by the Tridens. At 29 stations Van Veen grab and 2m beam trawl samples were taken. Since October the processing of data started and first benthic species diversity and productivity results are obtained. A second five week campaign is planned for August-September. The first testing of the model starts in February 2005.

Partners:

- University of Wales Swansea (UK): Project co-ordinator
- Fisheries Research Services, Marine Laboratory (UK): Scientific co-ordinator
- Netherlands Institute for Fisheries Research (NI)
- Institute of Marine Research (N)
- Ghent University Marine Biology Section (B)
- Forschungsinstitut Senckenberg Abt. Fur Meeresforschung (D)

MODELLING PRESENT-DAY DIATOM PHAEOCYSTIS BLOOMS IN BELGIAN COASTAL WATERS AND THEIR RESPONSE TO NUTRIENT ENRICHMENT

Gypens Nathalie and Christiane Lancelot

Ecologie des Systèmes Aquatiques, Université Libre de Bruxelles

CP-221, Bd du Triomphe, B-1050 Bruxelles, Belgium

E-mail: ngypens@ulb.ac.be

Massive blooms of *Phaeocystis* colonies are recorded every spring in the Belgian coastal zone (Southern Bight of the North Sea) submitted to riverine nutrient loads over-enriched in nitrogen compared to phosphorus and dissolved silica. *Phaeocystis* blooms usually occur between the spring and summer diatom blooms and their relative importance varies between years. The reason for the observed interannual variability is not known yet and no link has been established with changing riverine nutrient loads in spite of a clear decrease in P since the late 80's. Here, we use the complex mechanistic MIRO model describing C, N, P and Si cycling through aggregated chemical and biological components of the pelagic and benthic realms to assess and understand the present day role of nutrient loads variability on the magnitude of the diatom *Phaeocystis* blooms in the Belgian coastal waters. For this application MIRO is implemented in a multi-box frame delineated on the basis of the hydrological regime and river inputs and is run over the 1989-1999 period using real PAR and riverine nutrient loads forcings. The model predictions are compared with monthly-averaged field observations of nutrients and phytoplankton recorded in the central Belgian coastal zone (51°26.05 N; 02°48.50 E) during the simulated period. Model results analysis shows that *Phaeocystis* blooms are sustained by new sources of nitrate but regenerated ammonium and phosphate originated from the organic matter degradation associated with the previous diatom bloom. The height of *Phaeocystis* blooms is therefore indirectly determined by the winter stock of dissolved silica which determines the magnitude of the early-spring diatoms. Overall the predicted annual mean of diatoms and *Phaeocystis* is determined by the annual loads of P and N respectively. Additional MIRO runs are conducted to explore the ecosystem response to several nutrient scenarios under contrasting climate (rainfall) conditions which impact differently on N and P sources.

ON THE COUPLING OF PRIMARY PRODUCTION AND CALCIFICATION AT THE CONTINENTAL MARGIN

Harlay Jérôme¹, Lei Chou¹, Nathalie Roevros¹, Roland Wollast¹, Bruno Delille², Katrien Aerts³, Pascale-Emmanuelle Lapernat⁴

¹ Océanographie Chimique et Géochimie des Eaux, Université Libre de Bruxelles
Campus de la Plaine CP208, Boulevard du Triomphe, B-1050 Brussels, Belgium
E-mail: Jerome.Harlay@ulb.ac.be

² Unité d'Océanographie Chimique, Université de Liège
Bât. B5, Allée du 6 Août 17, B-4000 Liège, Belgium

³ MiTAC, University of Antwerp
Campus Drie Eiken, Universiteitsplein 1, B-2610 Antwerp, Belgium

⁴ Laboratory of Ecology and Systematics, Vrije Universiteit Brussel
Pleinlaan 2, B-1050 Brussels, Belgium

Until now, little attention has been paid to the processes controlling the production, dissolution and fate of biogenic calcium carbonate in the oceans. It is however well known that net deposition rates of inorganic carbon to the sediments are comparable to those of organic matter. Still large uncertainties remain concerning the production and redissolution of biogenic carbonate in the marine system and thus about the role of the carbonate pump in response to anthropogenic CO₂ perturbations. The understanding of these processes is also a prerequisite to predict the response of marine organisms to global environmental changes. In the framework of the Belgian global change programme, we have developed a project devoted to the study of the inorganic carbon cycle in the Bay of Biscay where coccolithophorid blooms occur frequently. The study focuses on processes associated with the oceanic production and dissolution of calcium carbonate, by combining field investigations, laboratory experiments and modelling efforts. Remote sensing demonstrates a close relationship between vertical mixing along the continental margin and the development of the phytoplankton bloom. We will present here, results of ¹⁴C incorporation experiments used to evaluate the rate of production of organic and inorganic particulate carbon, obtained during a coccolithophorid spring bloom in the investigated area. A tentative mass balance of the carbon fluxes for this area will be presented, confirming the importance that the calcium carbonate pump may play in the oceanic system.

THE TEMPORAL VARIATION IN THE MEIOBENTHOS ALONG A BATHYMETRICAL GRADIENT ('HAUSGARTEN', ARCTICA): IMPACT OF CLIMATE OSCILLATIONS

Hoste Eveline¹, Thomas Soltwedel², Sandra Vanhove¹ and Ann Vanreusel¹

¹ Section Marine Biology, Department of Biology, University of Ghent
Krijgslaan 281 S8, B-9000 Ghent, Belgium
E-mail: eveline.hoste@UGent.be

² Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft,
PO Box 120161, D-27515 Bremerhaven, Germany

In 1999 the Alfred-Wegener institute started a long term (10 years) sampling campaign of the 'Hausgarten' site 79°N, North Pole. Meiobenthos samples are taken between 1000 and 5500m depth and the samples of the first five years will be analysed in this study. The aim is to make a statistical model that allows predictions of the changes in the meiobenthos ecosystem in relation to variation in environmental parameters linked to climate oscillations (e.g. NAO, ENSO) and global warming. Models will be adjusted according to the answers to following questions:

1. Are there annual differences in meiobenthos composition in the Arctic region and can these differences be linked to changes in physical and biological environmental parameters, such as oxygen concentration, temperature food supply?
2. Is there a relation between changes in meiofauna community structure and environmental parameters along the bathymetrical gradient?

Emphasis will be on nematodes and copepods, the most abundant meiofauna taxa, which will be identified up to species level. Density, biomass and productivity, diversity (α -, β - γ -diversity) will be assessed. These data will be analysed using variance analysis, correlation and regression analysis and multivariate techniques.

INTEGRATED COASTAL ZONE MANAGEMENT (ICZM) IN THE SOUTHERN NORTH SEA: SUSTAINABILITY INDICATORS FOR COMMUNICATION, MONITORING AND MANAGEMENT GUIDANCE

Lescrauwaet Ann-Katrien¹, Jan Mees¹, Francisco Hernandez¹, Edward Vanden Berghe¹ and Kathy Belpaeme²

¹ Vlaams Instituut voor de Zee

Vismijn, Pakhuizen 45-52, B-8400 Oostende, Belgium

E-mail: info@vliz.be

² Coördinatiepunt voor Geïntegreerd Beheer van Kustgebieden

Vismijn, Pakhuizen 45-52, B-8400 Oostende, Belgium

E-mail: kathy.belpaeme@west-vlaanderen .be

The SAIL partnership is a transnational ICZM effort bordering the Southern North Sea, seeking regeneration of regional economies of Zeeland (NL), West-Flanders (B), Nord Pas de Calais (F), Kent and Essex (UK), and the protection and enhancement of cultural and natural diversity. Guidelines for ICZM developed by the EU, UNEP and FAO, underline the relevance of indicators to monitor and evaluate effectiveness of ICZM. Starting January 2004, VLIZ is developing a set of indicators for the SAIL region to monitor change in the state of the coastal and marine environments, assess trends in socio-economic pressures and conditions and appraise the effectiveness of policies in addressing these issues. Methodology for indicator selection is based on close examination of the Vision for the SAIL area, from which ICZM strategies are drawn by SAIL partners for priority policy areas (bathing water quality, cultural and natural heritage, sustainable fisheries). Further selection is based on degree of compliance with the following criteria: policy relevance, measurability, performance, data availability, communicative value and transnational compatibility. Information will be available for end users through Internet (GIS interface) with appropriate time series and/or geographic resolution defined by the scope of the indicator, and presented as the first 'State of the Southern North Sea Report' in 2005. The VLIZ proposal is developed in close cooperation with the EU ICZM Expert Group. The set will be used as a template to assist Member States, and Acceding and Candidate Countries, in preparing national coastal strategies by 2006.

The challenge for the ICZM approach is to integrate and identify causal relations between environmental, socio-economic and governance performance components within a Pressure-State-Response framework. Effects of ICZM must also be monitored against specific baselines and goals.

SEISMIC CHARACTERISATION OF GAS-RICH NEAR SURFACE SEDIMENTS IN THE ARKONA BASIN, BALTIC SEA

Mathys Mieke¹, Olaf Thießen², Friedrich Theilen² and Mark Schmidt²

¹ Renard Centre of Marine Geology, Department of Geology and Soil Science, University of Ghent, Krijgslaan 281, S8, B-9000 Gent, Belgium
E-mail: mieke.mathys@ugent.be

² Institute of Geosciences, Christian Albrechts University
Olshausenstrasse 40, D-24098 Kiel, Germany

The Arkona Basin, situated in the SW Baltic Sea, is characterised by shallow gas-rich sediments with different levels of saturation and has been subject of only a limited number of studies on shallow gas phenomena. Recently however, interest in this area increased. In the framework of the German Geotechnology Program 'Gashydrates' the Arkona Basin was chosen as a natural laboratory for testing new technologies for seismic and geochemical investigations of gas-rich sediments (Landerer, pers. comm.; Mathys, 2003; Thießen *et al.*, 2003).

The upper fine-grained muddy sediments of the Arkona Basin are rich in organic matter and provide an ideal environment for the formation of biogenic methane by anaerobic bacterial carbonate reduction (Thießen *et al.*, 2003). When methane concentration exceeds saturation levels in the pore water free gas bubbles will form. Free gas is known to have a dramatic effect on the geoacoustic properties of the seabed. Bubbles, even in small quantities, cause considerably reduced compressional (P-) wave velocities, increased P-wave attenuation, and increased sound scattering (Anderson and Hampton, 1980). 'Acoustic turbidity' is the most frequently cited evidence used to infer the presence of sub-seafloor gas from geoacoustic or seismic records.

This study deals with the expression of gas bubbles on seismic reflection profiles in two distinct frequency ranges, *i.e.* boomer (800-2600Hz) and echo sounder (38kHz) profiles, acquired during three ship cruises in the central part of the Arkona Basin. A velocity dispersion could be observed between the boomer and echo-sounder profiles in free gas containing zones. Also, acoustic turbidity zones observed on boomer profiles are differently expressed on echo-sounder sections. These differences led to the conclusion that seismic parameters become strongly frequency dependent due to the presence of gas bubbles.

References

- Anderson A.L. and L.D. Hampton. 1980. Acoustics of gas-bearing sediments. I: Background & II: Measurements and models. J. Acoust. Soc. Am. 67(6):1865-1903.
- Mathys M. 2003. Seismic characterisation and sedimentological investigation of gas-rich near surface sediments in Arkona Basin (Baltic Sea). Unpublished M.Sc. thesis. Corelab, Research and Technology Centre, Christian Albrechts University, Kiel, Germany.
- Thießen O., M. Mathys, Y. Qian, G. Klein, M. Schmidt and F. Theilen. 2003. Geochemical and geophysical properties of gas-rich sediment in the Arkona Basin (Baltic Sea). Poster abstract for EGS-AGU-EUG Joint Assembly 2003, Nice, France.

SCHELDEFONDS VZW

Meire Patrick and Ann Govaerts

Scheldefonds vzw

Vismijn, Pakhuizen 45-52, 8400 Oostende

E-mail: info@scheldefonds.org

Website : www.scheldefonds.org

The Scheldefonds is a unique cooperation between the government, companies and environmental organisations from Flanders and the Netherlands. Its main goal is to underline the economic, as well as the ecological importance of the Scheldt Estuary, by combining forces.

Een duurzame ontwikkeling vereist dat we de rivier integraal gaan benaderen. Dit wil zeggen dat de verdere ingrepen moeten bijdragen aan zowel de economische, de ecologische als de sociale rol van het gebied. Alle waarden van de rivier moeten voldoende gerespecteerd worden! Om dit te bereiken is het nodig dat de vele honderdduizenden mensen die afhankelijk zijn van de Schelde inzicht krijgen in die onderlinge afhankelijkheid en de maatregelen die nodig zijn om de functies van de Schelde naar de toekomst te vrijwaren. Het Scheldefonds wil hieraan bijdragen door het brede publiek zoveel mogelijk terug met de rivier in contact te brengen. Hiertoe worden verschillende activiteiten georganiseerd.

Volgende projecten werden reeds opgestart:

Scheldeschorrenproject: Dit is een educatief project rond de schorren van Linkeroever (Paardenschor, schor Ouden Doel en Sieperdaschor). Op deze locaties willen we graag kijkinfrastructuur voorzien om de bezoekers optimaal te laten genieten van het landschap en de natuur.

Scheldekrant: De Scheldekrant is een gezamenlijke uitgave van het Scheldefonds en het Schelde InformatieCentrum. De Scheldekrant is een gratis, jaarlijkse uitgave voor iedereen die zich betrokken voelt bij de rivier. De krant informeert over natuur, cultuur, visserij, economie en veiligheid langs de Schelde.

Het Scheldefonds is een ledenorganisatie. Bedrijven, overheden en verenigingen kunnen hun steentje bijdragen door lid te worden of door individuele projecten te sponsoren.

Bijkomende activiteiten 2004:

Lessenreeks Vogel & Habitat Richtlijnen

Colloquium Schelde 2050

CONCENTRATION AND PATTERNS OF PAHS ALONG THE SALINITY GRADIENT OF THE SCHELDT ESTUARY

Monteyne Els M. and Patrick Roose

Management Unit of the North Sea Mathematical Model, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, 2e en 23e Linierregimentsplein, B-8400 Oostende
E-mail: els.monteyne@mumm.ac.be

At MUMM a method was recently developed to determine Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in surface waters, even with high particulate matter concentrations, as is the case for the Scheldt Estuary. The method is based on a solid phase extraction with Bakerbond Speedisk C18 cartridges (Baker Inc, Phillipsburg, NJ). After testing this method during a one-year international OSPAR pilot study, the same method was applied for water samples collected for the ENDIS-RISKS program during 2003. Total water concentrations varied between 10 ng/L and 1200 ng/L. Concentrations are tight linked to sources. Fluoranthene was found in the highest concentrations near Antwerp, while in Doel acenaphthylene seemed to be the most dominant compound. The patterns were generally dominated by the lower molecule weight PAHs. There is a clear gradient from Antwerp to the mouth of the estuary near Flushing. Concentrations and PAH patterns were further compared to previous results.

'BIODIVERSITY IN BELGIUM' – PRESENT AND FUTURE

Peeters Marc

National Focal Point to the Convention on Biological Diversity, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Vautierstraat 29, B-1000 Brussels, Belgium
E-mail: marc.peeters@naturalsciences.be

The term biodiversity encompasses the diversity and variance of animals, plants, fungi and micro-organisms, and the life communities they form. Knowledge on biodiversity is thus of uttermost importance for nature conservation, agriculture, food availability, health care, etc. Biodiversity is a, too often overlooked, key player in ecology and economy, and has multiple social and cultural implications.

Nevertheless, questions on the number of observed and expected species, the nature and impact of threats, the (un)balanced knowledge of the different groups, alien species, extirpation, etc. remain too often unanswered, also in Belgium.

The book 'Biodiversity in Belgium' tries to answer these and many other questions thanks to information provided by Belgian and foreign experts. This publication constitutes the first detailed overview of the animal, plant and fungal groups present in Belgium. It also addresses the most important and protected ecosystems in our country as well as the specific biodiversity occurring in the regions and North Sea. Concerning the last, the overview of marine biodiversity, existing threats and impacts has been thoroughly compiled and some legislative protection frameworks are briefly mentioned.

Just a small sample from the conclusions: about 36,300 species of micro-organisms, plants, fungi and animals are known in Belgium; not less than one-third (!) of our biodiversity is still unknown and only 4% is well studied; more than half of our plant and animal species are threatened in any way, some have already lost the battle; changes in land use, resulting in the destruction and fragmentation of habitats, remain the most important threat, together with pollution and overexploitation, while the alien species phenomenon is a rather recent and quickly rising 'star' in this disastrous ranking.

To be able to present an even more detailed and complete inventory of the Belgian biodiversity in the near future, additional information and suggestions from scientists and naturalists are strongly encouraged.

Reference

Peeters M., A. Franklin and J.L. Van Goethem. 2003. Biodiversity in Belgium. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels. 416p.

METABOLISATION EXPERIMENTS WITH THE INVERTEBRATE *NEOMYSIS INTEGER*, A STUDY OF SOME NEW ANABOLIC DRUGS

Poelmans Sofie¹, Katia De Wasch¹, Dirk Courtheyn², Nathalie Van Hoof¹, Herlinde Noppe¹, Colin Janssen³ and Hubert De Brabander¹

¹ Department of Veterinary Public Health and Food Safety, Ghent University
Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, Belgium
E-mail: Sofie.Poelmans@UGent.be

² Federal Food Laboratory
Braemkasteelstraat 59, B-9050 Gentbrugge, Belgium

³ Department of Ecology and Environmental Biology, Ghent University
J. Plateauststraat 22, B-9000 Gent, Belgium

Analogues of testosterone available on the 'black market' are used amidst body-builders. The same or similar products seized at farms indicate misuse in animal husbandry. Because after administration of these products to the animals or body-builders an elimination pathway is started, it is important to develop methods to identify the formed metabolites. These metabolites, including the parent compound are eliminated in the environment and can contribute to the 'endocrine' pollution. Therefore residue laboratories are required and committed to develop extraction and detection methods to identify and/or quantify the metabolites of these continuously emerging new drugs. In practice, the formation of the metabolites is investigated with animal experiments in which vertebrate animals are treated with the illegal compound. Different matrices of the animal are collected and examined. Because of the complexity and duration of these animal experiments and the method development, a lot of time and money is consumed. Some of these vertebrate experiments can be replaced by invertebrate metabolism experiments (De Wasch *et al.*, 2002; Verslycke *et al.*, 2002; Poelmans *et al.*, 2003). By using an invertebrate for these metabolism studies a significant reduction in time and money is achieved and the growing ethical concerns on the use of vertebrate experimental animals are addressed. In addition the invertebrate 'model' can predict which metabolites can be formed in vertebrates.

In this study an invertebrate model, the mysid crustacean *Neomysis integer* (Crustacea, Mysidacea), a common and well-studied species in the Westerscheldt, was used as an alternative model for the metabolism of some new anabolic drugs. The investigated anabolics were dehydroepiandrosterone (DHEA), maxterone (ADL), 5-androstenedione (5-AED), 5 α -androstenedione (5 α -AED) and 1-testosterone (A1T).

References

- De Wasch K., S. Poelmans, T. Verslycke, C. Janssen, N. Van Hoof and H. De Brabander. 2002. *Anal. Chim. Acta* 473: 59-69.
- Verslycke T., K. De Wasch, H. De Brabander and C. Janssen. 2002. *Gen. Comp. Endocr.* 126:190-199.

Poelmans S., K. De Wasch, Y. Martelé, R. Schilt, N. Van Hoof, H. Noppe, T. Verslycke, C.R. Janssen, D. Courtheyn and H.F. De Brabander. 2003. p.74-78. In: Proceedings Euro Food Chem XII Strategies for Safe Food, 24-26 september, Brugge, Belgium.

MODELLING THE SEASONAL CYCLE OF THE BIOLOGICAL PRODUCTIVITY IN THE LIGURIAN SEA BY MEANS OF A 1D INTERDISCIPLINARY MODEL

Raick Caroline¹, Eric J.M. Delhez¹, Karline Soetaert² and Marilaure Gregoire^{1,2}

¹ Department Oceanology B6c, University of Liège
Allée de la Chimie, 3, B-4000 Liège 1, Belgium
E-mail: c.raick@ulg.ac.be

² Centre for Estuarine and Coastal Ecology, Netherlands Institute of Ecology
PO Box 140, NL-4400 AC-Yerseke, the Netherlands

A one-dimensional coupled physical-biogeochemical model has been built to study the pelagic food web of the Ligurian Sea (NW Mediterranean Sea). The physical model is the turbulent closure model (version 1D) developed at the GeoHydrodynamics and Environmental Laboratory (GHER) of the University of Liège. The ecosystem model contains nineteen state variables describing the carbon and nitrogen cycles of the pelagic food web. Phytoplankton and zooplankton are both divided in three size-based compartments and the model includes an explicit representation of the microbial loop including bacteria, dissolved organic matter, nano-, and micro- zooplankton. The internal carbon/nitrogen ratio is assumed variable for phytoplankton and detritus, and constant for zooplankton and bacteria. Silicate is considered as a potential limiting nutrient of phytoplankton growth. The aggregation model described in Kriest and Evans (2000) is used to evaluate the sinking rate of particulate detritus. The model is forced at the air-sea interface by meteorological data coming from METEO France. The DYFAMED time series data obtained during the year 2000 are used to calibrate and validate the biological model. The comparison of model results within in-situ DYFAMED data shows that although some processes are not represented by the model, such as horizontal and vertical advections, model results are in good agreement with observations and differences observed can be explained with environmental conditions.

Reference

Raick C., E.J.M. Delhez, K. Soetaert and M. Gregoire. Study of the seasonal cycle of the biological productivity in the Ligurian Sea using an 1D interdisciplinary model. Submitted to Journal of Marine Systems (2004).

ORIGIN AND BEHAVIOUR OF DISSOLVED INORGANIC CARBON IN LAKE KIVU AS TRACED BY STABLE CARBON ISOSTOPES

Rwabuhungu Digne¹, Lei Chou¹, Roland Wollast¹, Frank Dehairs² and Nathalie Roevros¹

¹ Laboratoire d'Océanographie Chimique et Géochimie des Eaux, Université Libre de Bruxelles
Campus de la Plaine CP208, Boulevard du Triomphe, B-1050 Brussels, Belgium
E-mail: drwabuhu@ulb.ac.be

² Laboratorium Analytische Chemie, Vrije Universiteit Brussel
Pleinlaan 2, B-1050 Brussels, Belgium

Lake Kivu, situated in the western branch of the East African Rift Valley is one of the great lakes in Africa. The 485m-deep lake is strongly stratified into 7 layers and contains methane gas deposit associated with carbon dioxide (Tietze *et al.*, 1980). The main objective of this study is to identify the biogeochemical processes affecting the carbon cycle in this lake. Stable carbon isotopes were used to trace the origin and behaviour of dissolved inorganic carbon (DIC) in the system. In addition, various chemical analyses were performed in order to elucidate processes affecting the production of DIC in the lake. Samples were collected in water columns of the Rwandan part of the lake Kivu, offshore Gisenyi and Kibuye, in May 2001, February 2002 and December 2002. The choice of sampling locations was made, based on the main point of exploitation of gas deposit planning (Tietze, 2000). Our results indicate a close relationship between the stratified layers and the variation in $\delta^{13}\text{C}$, particularly in the main layer situated at 250m. The surface water has been subjected to intensive evaporation whereas the saline hydrothermal water released at the bottom is isotopically identical to the local meteoric water (Degens *et al.*, 1973). The biogeochemical behaviour of carbon can be explained by oxidation and photosynthesis, in addition to convection between different stratified layers of the lake.

References

- Degens E.T., R.P. Von Herzen, How-Kin Wong, W.G. Deuser and H.W. Jannesch. 1973. Structure, chemistry and biology of an East African Rift Lake. *Geol. Rundsch* 62:245-277.
- Tietze K., M. Geyh, H. Muller, I. Schroder, W. Sthal and H. Wenner. 1980. The genesis of the methane in Lake Kivu (Central Africa). *Geol. Rundsch.* 69(2):452-472.
- Tietze K. 2000. Lake Kivu, gas development and promotion-related issues: safe and environmentally sound exploitation. Final report N° 520002, Republic of Rwanda. Ministry of Energy, Water and Natural Resources. Unit for the promotion and exploitation of lake Kivu gas, 110p.

DISSOLVED INORGANIC CARBON CYCLE IN THE MAXIMUM TURBIDITY ZONE OF THE UPPER SCHELDT ESTUARY

Schiettecatte Laure-Sophie¹, Michel Frankignoulle¹, Lei Chou² and Alberto Vieira Borges¹

¹ University of Liège, Chemical Oceanography Unit
Bât.B5, Allée du 6 Août 17, B-4000 Liège 1, Belgium
E-mail: Laure-Sophie.Schiettecatte@ulg.ac.be

² Université Libre de Bruxelles, Laboratory of Chemical Oceanography & Water Geochemistry
Campus de la Plaine, CP208, Boulevard du Triomphe, B-1050 Brussels, Belgium

The Scheldt Estuary is one of the most polluted macro-tidal European estuaries due to a high anthropogenic pressure around its catchment area. High load of suspended organic matter (with at least two third directly related to human activities) associated to a long residence time within the estuary (three months) contribute to an intense bacterial degradation (Wollast, 1988). The most striking feature of this work, compared to the previous studies carried on the Scheldt (Frankignoulle *et al.*, 1996, 1998; Abril *et al.*, 2000) is the continuous measurement of the CO₂ partial pressure of the surface brackish water in the maximum turbidity zone of the inner Scheldt Estuary since November 2002 to nowadays. Our results show that pCO₂ in the surface brackish water is outstandingly high, ranging from 2000 to 10000 ppm, which represents up to 2700% of the CO₂ atmospheric pressure. CO₂ also shows strong meso- and macroscale variabilities and on an annual scale it appears that pCO₂ is mainly controlled by temperature and heterotrophy.

References

- Abril G., H. Etcheber, A.V. Borges and M. Frankignoulle. 2000. Excess atmospheric carbon dioxide transported by rivers into the Scheldt estuary. *C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des Planètes / Earth and Planetary Sciences* 300:761-768.
- Frankignoulle M., G. Abril, A. Borges, I. Bourge, C. Canon, B. Delille, E. Libert and J.-M. Théate. 1998. Carbon dioxide emission from European estuaries. *Science* 282:434-436.
- Frankignoulle M., I. Bourge and R. Wollast. 1996. Atmospheric CO₂ fluxes in a highly polluted estuary (the Scheldt). *Limnology and Oceanography*. 41(2):365-369.
- Wollast R. 1988. The Scheldt Estuary. p.183-193. In: Salomon W., B.L. Bayne, E.K. Duursma, U. Förstner (Eds). *Pollution of the North Sea, an Assessment*. Springer-Verlag.

STUDY OF THE STRUCTURE, DISTRIBUTION AND DYNAMICS OF *CODIUM ELISABETHAE* POPULATIONS IN THE AZORIAN REEF ECOSYSTEM, USE OF SUBMARINE IMAGE ANALYSIS

Sirjacobs D.¹, F. Tempera², F. Cardigos², S. Gobert¹, G. Lepoint¹, R.S. Santos² and J.-M. Bouqueneau¹

¹ Laboratory of Oceanology, Liège University
B6c, Sart-Tilman, B-4000 Liège, Belgium
E-mail: D.Sirjacobs@ulg.ac.be

² Department of Oceanography and Fisheries, University of the Azores
PT- 9901-862 Horta, Azores, Portugal

In the context of the Network Natura 2000, several Sites of Community Interest (SCI) were established within the Azores archipelago. In the SCI of Monte-da-Guia (south-eastern coast of Faial), two study sites were delimited in order to investigate particularly the links between habitat characteristics, population structure, distribution and dynamics of the green alga *Codium elisabethae*. The first site is a large protected rocky seafloor of an ancient volcano crater (20m deep), today half opened to the sea, and classified as integral reserve. It shows very high density stands of *Codium elisabethae* (about 105 individuals.m⁻²), representing the main vegetal biomass. At similar depth, but at a distance of about two kilometers, the second site is situated in a more exposed area, where a sparse population (about 13 individuals.m⁻²) occupies rocky tables and boulders emerging from shallow sandy deposits. These contrasting densities reflect a different population dynamic equilibrium resulting from the particular environmental pressures of each site. In order to understand the differences of population structure, distributions and dynamics with regard to the characteristics of their habitat, a two-year monthly survey was started in August 2003. These surveys consist in building submarine image mosaics of each site (Salgado *et al.*, 2001). Further, a post-processing computer assisted detection is run on the images allowing to derive valuable information about the *Codium elisabethae* present (number of individuals, size histogram of the population, proportion of the rocky substrate occupied by the algae). This technique allows to study a comparatively large zone regarding to the diving time invested. Efforts were also invested *in situ* to count and measure the size of both young recruits resulting from the winter sexual reproduction and also these resulting from gemmating. In the near future, sensors will be installed to follow some environmental parameters such as temperature, currents and light conditions in each site, whereas different sampling campaigns will be devoted to quantify nutrients concentrations, both in the water close to the sea-bed, and in the internal volume of sea water isolated by the spherical thallus of *Codium elisabethae* (space also called the lumen). Based on previous studies (Vaqué *et al.*, 1994; Vidondo and Duarte, 1995), it can be suggested that the lumen of this algae trap and concentrate nutrients from the ambient water and shelter a very dense micro-heterotrophic community, as compared to the outer environment. These characteristics are particularly interesting as they show how important can be the links between the spatial variations of benthic habitat characteristics, the structure and dynamics of the *Codium elisabethae* populations and the role they may play on the local capture and release of nutrients at the scale of these oligotrophic reef ecosystems.

References

- Imar/DOP. 2001. Comunidades Biologicas Marinhas dos Sítios de Interesse Comunitario do Canal Faial-Pico. September 2001 Report of the European Maré Project concerning Integrated Management of the Costal and Marine zones of the Azores.
- Salgado M., F. Cardigos and R.S. Santos. 2001. Elaboration of Mosaics of benthic images using Adelie Software. Imar/DOP internal report.
- Vaqué D. *et al.* 1994. Microbial heterotrophs within *Codium bursa*: a naturally isolated microbial food web. Marine Ecology Progress Series 109:275-282.
- Vidondo B. and C.M. Duarte. 1995. Seasonal growth of *Codium bursa*, a slow-growing Mediterranean macro alga: *in situ* experimental evidence of nutrient limitation. Marine Ecology Progress Series 123:185-191.

FLUX OF MATTER AND ENERGY FROM SEA TO LAND IN NORTHWEST SPITSBERGEN

Steenmans Dirk¹, Koenraad Ghys¹, Boris Balancier², Alessandra Gagliardi³ and Angelika Merkel⁴

¹ Dept of Biology, Vrije Universiteit Brussel
Pleinlaan 2, B-1050 Brussels, Belgium
E-mail: Dirk.Steenmans@vub.ac.be

² Dept of Zoology, University of Liège, Quai Van Beneden 22, B-4020 Liège, Belgium

³ Dipt. di Biologia, Università degli Studi dell'Insubria, Via Dunant 3, I-21100 Varese, Italy

⁴ Institut für Biologie, Freie Universität Berlin, Königin-Luise-Str. 1-3, 14195 Berlin, Germany

This study focused on connections across the marine-land boundary at the western part of the Casimir Périerkammer bird cliff at Krossfjorden, northwest Spitsbergen. The aim was to find relations between the marine environment and the ornitocoprophilous meadow vegetation below the bird cliff. During two marine transects, horizontal and vertical trawling data, together with CTD data were collected, analyzed and used to localize the polar front and to assess the abundance and nutritional content of marine life. Seabirds were counted and correlated with the abundance of food items in surface waters.

The consumption of marine prey by seabirds results in the transport of large amounts of nutrients from the marine foraging environment to the terrestrial area, mostly during the breeding season. Therefore, the number of birds and the composition of the bird colony at the western part of the Casimir Périerkammer bird cliff were estimated. At three sites a full relevé analysis was performed. Guano soil and plant samples were collected and analyzed for water content, pH, organic matter, carbon and nitrogen content. The influences of the guano on soil and vegetation types were elucidated.

Acknowledgment: This study was conducted during a course in summer 2003 at UNIS (University Center of Svalbard) under the supervision of Prof. Dr. Rolf Arnt Olsen, and Associate Professors Bakken Vidar, Solheim Bjørn, Spjelkavik Sigmund, Eiane Ketil, whom we would like to thank.

THE DEVELOPMENT OF PHYTOPLANKTON IN THE SEWAGE-POLLUTED SEAWATER TAKEN IN OOSTENDE PORT (BELGIUM) WHEN DILUTED WITH SYNTHETIC SEAWATER AT DIFFERENT LEVELS AS DERIVED FROM THE RESULT OF THE PIGMENT ANALYSIS

Van Cuong Truong and Nanette Daro

Laboratory of Ecology and Systematics, Vrije Universiteit Brussel
Pleinlaan 2, B-1050 Brussels, Belgium
E-mail: vtruong@vub.ac.be

This study investigates the development of phytoplankton in brackish seawater at different levels of sewage pollution. The sewage polluted seawater taken in Oostende port Belgium (on 18 March 2002) was diluted with synthesis seawater at the same salinity (14SPU) in the four tanks (T1, T2, T3 and T4). The levels of the sewage-polluted seawater in the tanks were 100, 60, 30 and 10% corresponding. The tanks were kept at room temperature (20°C), under cool white light frames (200Wm⁻²) put on 12hrd⁻¹. The phytoplankton composition as derived from the pigment analysis shows that in the sewage-polluted seawater Bacillariophyta was the dominant class; Raphidophyceae, Euglenophyta, Cyanophyta were less represented; Rhodophyta were very poorly represented. At all levels of the dilution, Raphidophyceae became dominant on Day 7 and Bacillariophyta became dominant again on Day 15. Cryptophyta developed in the high-level sewage-polluted seawater tanks (T1, T2, and T3) on Day 7, Day 15 and Dinophyta also developed in the same tanks on Day 15. In the tank with the low-level of sewage-polluted seawater (T4) only two phytoplankton classes were represented: Raphidophyceae and Bacillariophyta. As a case study, this presentation highlights the change of phytoplankton composition at high levels of sewage pollution with a possible occurrence of harmful and toxic species of phytoplankton; it also demonstrates that the use of pigments is a powerful tool for phytoplankton composition analysis.

THE ROLE OF NORTH SEA ESTUARIES FOR YOUNG HERRING: A DYNAMIC MODEL FOR THE LIFE HISTORY OF *CLUPEA HARENGUS*

Van de Putte Anton¹, Joachim Maes¹, Karin Limburg² and Frans Ollevier¹

¹ Laboratory of Aquatic Ecology, Katholieke Universiteit Leuven
De Bériotstraat 32, B-3000 Leuven, Belgium
E-mail: Anton.vandeputte@bio.kuleuven.ac.be

² College of Environmental Science and Forestry, State University of New York
Syracuse, NY 13210, USA

Large numbers of young-of-the-year herring typically enter and remain within North Sea estuaries during the winter months. This type of juvenile fish migration is documented very well but the environmental and biotic stimuli initiating the movement to estuaries and the following recruitment by emigration to the sea remain poorly understood. The key factors controlling for the timing of migrations between sea and estuaries were identified using a dynamic fitness model. The abiotic environment was simulated by spatio-temporal gradients in temperature, light intensity and turbidity. Biotic interactions affecting the fitness of herring are predation, food availability and schooling dynamics. Model simulations using real input data for the Scheldt Estuary (The Netherlands) which discharges into the southern North Sea suggest that (1) the time lag in temperature between the estuary and the North Sea may stimulate migration behaviour and that (2) turbidity has an important role as environmental resource since it mediates the feeding and anti-predator behaviours of herring. Turbidity reduces the probability of predator-induced mortality but, of greater importance is the ability of herring to switch from particulate to filter feeding under turbid conditions in estuaries. This behaviour enables herring to profit from increased estuarine copepod production during the winter months.

PERFLUORINATED ORGANOCHEMICALS: NEW THREAT FOR MARINE MAMMALS

Van de Vijver K.I.¹, P. Hoff¹, K. Das², W. Van Dongen³, E.L. Esmans³, J.M. Bouqueneau², R. Blust¹ and W.M. De Coen¹

¹ University of Antwerp, Groenenborgerlaan 171, B-2020 Antwerp, Belgium
E-mail: inneke.vandevijver@ua.ac.be

² University of Liège, Laboratory for Oceanology
B-4000 Liège, Belgium

³ University of Antwerp
Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk, Belgium

The global marine ecosystem is continuously under pressure due to expanding anthropogenic activities and the development and release of new chemicals. Recently, it was suggested that many aquatic wildlife species contain high levels of perfluorinated organochemicals (FOCs) with concentrations increasing near shores and in estuaries. Perfluorooctane sulfonate (PFOS) seems to be the predominant compound. The fact that PFOS is hardly biodegradable, clearly accumulates in the liver and blood of wildlife and the fact that little toxicological information is available, makes this chemical an environmental pollutant of primary concern.

This is the first study to report on concentrations of FOCs in marine mammals stranded on the Belgian, French and Dutch North Sea coast between 1994 and 2000. PFOS concentrations were measured in liver tissue using combined liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS/MS). The highest PFOS concentrations were found in the liver of harbour seal compared to white-beaked dolphin, harbour porpoise, grey seal, sperm whale, white-sided dolphin, striped dolphin, fin whale and hooded seal. PFOS concentrations differed significantly between sexes and age-classes in harbour porpoises. The present results show clearly the difference in accumulation pattern of PFOS compared to that of persistent organochlorine chemicals.

In order to describe the behaviour of contaminants in food webs, we developed PFOS-trophic level relationships based on stable nitrogen and carbon isotope ratios ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$). We found a significant relationship between PFOS concentrations in livers of harbour porpoises and both muscle $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ measurements. Harbour and grey seals and white-beaked dolphin which displayed the highest trophic position contained highest PFOS levels while offshore feeders such as sperm whales, fin whales, striped dolphin and white-sided dolphin showed lower PFOS concentrations than inshore species.

In a second part of this study we have evaluated the occurrence of PFOS and related compounds in by-caught harbour porpoises from waters around Iceland, Denmark, Norway and from the German Baltic Sea. Of all perfluorinated chemicals measured, PFOS seemed to be the predominant compound (levels up to 1149 ng/g). A geographical difference could be observed with a decreasing trend in levels from south to north.

REFORMING THE EUROPEAN COMMON FISHERIES POLICY

Van den Bossche Koen

Institute for European Studies, Vrije Universiteit Brussel
Pleinlaan 2, B-1050 Brussels, Belgium
E-mail: koen.van.den.bossche@vub.ac.be

Since 1 January 2003, the European Union has had a new fisheries policy. The twenty year old Common Fisheries Policy (CFP) needed reforms as it was not effective enough in doing what it had been created to do, that is to conserve fish stocks, protect the marine environment, ensure the economic viability of the European fleets and provide good quality food to consumers. The current state of over-exploitation of the marine living resources, combined with the increasing pollution of the marine environment in European and international waters, called for a radical and urgent change in management approach. One of the topics to be reviewed under this umbrella is the international dimension of the CFP and the enhancement of the effectiveness of the CFP, i.e. control and enforcement.

The main problem with the current system is the lack of uniformity in the enforcement of CFP rules. The organisation of control and monitoring activities in the Member States is fragmented; monitoring and inspection resources are therefore not being used in an optimal way. At the EU level, the absence of harmonisation of sanctions and the limited powers of Community inspectors (in particular the fact that they are not allowed to conduct independent inspections) are major obstacles to effective action. A satisfactory follow-up of infringements has not been achieved. Heterogeneous legal systems often result in different treatment and sanctions from one Member State to another. Moreover, the Commission has not been able to pursue Member States' infringements adequately due to the legal limitations of the current system.

As the community has one of the largest fishing fleets in the world, a significant part of its fishing sector depends on access to non-Community resources. An important part of these resources is presently managed by Regional Fisheries Organisations (RFO's) and bilateral agreements. Until now it has not been possible to adopt a Community position on the control of fishing activities in the framework of RFO's. There exists therefore an urgent need to define the respective responsibilities of the Commission and the Member States in this domain, especially in respect to the implementation of monitoring arrangements adopted and applied by RFO's. The lack of a clear Community strategy on control and monitoring of fishing activities in international waters jeopardises efforts to meet the Community's international obligations and to ensure the continuation of the Community's international obligations and to ensure the continuation of the Community fleet's presence in those waters.

Tackling the above mentioned shortcomings, this study intends to open the debate on several issues: the improvement of control arrangements; the exploration of new options for more effective, more harmonised penalties; the general formulation of a more harmonized approach of national policies; and... ultimately the formulation of one harmonized Community approach. (*Promoter: Prof. Dr. E. Franckx*)

MACROGEOGRAPHIC mtDNA DIFFERENTIATION IN THE MACARONESIAN PERIWINKLE, *LITTORINA STRIATA* (MOLLUSCA: CAENOCASTROPODA)

Van den Broeck Heidi¹, Karin Breugelmans², Hans De Wolf¹ and Thierry Backeljau²

¹ Laboratory for Ecophysiology, Biochemistry and Toxicology, Department of Biology, University of Antwerp, Groenenborgerlaan 171, B-2020 Antwerp, Belgium
E-mail: heidi.vandenbroeck@ua.ac.be

² Department of Invertebrates, Malacology, Royal Belgian Institute of Natural Sciences
Vautierstraat 29, B-1000 Brussels, Belgium

The periwinkle *Littorina striata* (King and Broderip, 1832) is endemic in Macaronesia (i.e. Azores, Madeira, Canary Islands and Cape Verde Islands), where it is the dominant grazer on the intertidal rocky shores. The species is characterized by a conspicuous shell sculpture, form and size polymorphism, which shows a significant degree of ecological and geographical patterning. This shell morphology patterning seems to persist despite the species' planktonic larval development (i.e. dispersal capacity) and high level of macrogeographical gene flow. This latter was hitherto inferred from allozyme and RAPD data, revealing tendencies for macrogeographic patterns in allelic diversity, private alleles, heterozygosity and esterase banding profiles. Similar results were obtained via preliminary DNA-sequence analyses of two mitochondrial genes: cytochrome b and cytochrome oxidase subunit I. In the present contribution we increased the data for the mtDNA markers to test this tentative, but statistically non-significant, macrogeographic molecular differentiation. To this end, partial sequences of the mitochondrial cytochrome b and cytochrome oxidase subunit I genes were determined for individuals from all Macaronesian archipelagos. We combined the data of these two genes, determined the different haplotypes and their frequencies. Based on these results we computed a minimum spanning network and performed a nested clade analysis. This analysis confirms the previous data, indicating a limited macrogeographic patterning and supports the previously formulated colonisation hypothesis in which the Cape Verde Islands are believed to represent the center from which *L. striata* has colonised the remaining Macaronesian archipelagos. The tendency of differentiation between populations was further studied using AMOVA. This statistical test indicated that there is a significant macrogeographic differentiation between the three northern archipelagos (Azores, Madeira and Canary Islands) and the southern archipelago (Cape Verde Islands). Likewise, gene flow (i.e. Nm) estimates, indicated high gene flow between the three northern archipelagos, but limited flow between the northern and the southern archipelagos. These results are interpreted in function of the (historical) course of oceanic currents and the geological history of the Macaronesian archipelagos.

THE MICROBIAL FOOD WEB IN THE ESTUARINE WATER COLUMN: A LINK OR A SINK?

Van den Meersche Karel^{1,2}, Karline Soetaert², Jack Middelburg², Carlo Heip^{1,2} and Magda Vincx¹

¹ Section Marine Biology, Department of Biology, University of Ghent
Krijgslaan 281 S8, B-9000 Ghent, Belgium
E-mail: K.vdmeersche@nioo.knaw.nl

² NIOO-CEME, NIOO-CEME, Korringaweg 7, NL-4400 AC Yerseke, The Netherlands

An important part of the grazing pressure on phytoplankton and bacterioplankton in the Schelde Estuary is not due to larger organisms like copepods, but to heterotrophic protists, mainly ciliates and nanoflagellates. The significance of this group for estuarine carbon and nutrient cycles and its importance as a food source for mesozooplankton (link to higher trophic levels or mainly a carbon sink through respiration?) are still subject to research. High organic loads in the estuary cause bacterial production rates that equal the primary production rate and even exceed it in some areas. As mesozooplankton seems to be selective in grazing protists rather than detritus particles, bacterivorous microzooplankton might be the main link for transfer of carbon and nutrients from bacteria to higher trophic levels. This question is addressed in a combined experimental-modelling study using stable isotope addition in enclosures. The isotope ratios in bacterial- and algal-specific PLFA (polar lipid fatty acids) are analyzed by means of GC-IRMS. Use of the same technique for the analysis of neutral or polar lipid compounds specific for heterotrophic protists will be investigated. The results of these experiments will be used in a coupled carbon-nitrogen food web model in order to estimate turnover rates of the microbial food web compounds and to investigate the carbon and nutrient cycling in the estuarine water column.

References

- Boschker H.T.S. and J.J. Middelburg. 2002. Stable isotopes and biomarkers in microbial ecology. *FEMS Microbiology Ecology* 40:85-95.
- Heip C.H.R., N.K. Goosen *et al.* 1995. Production and consumption of biological particles in temperate tidal estuaries. *Oceanography and Marine Biology - an Annual Review* 33:1 - 149.
- Muylaert K., R. Van Mieghem *et al.* 2000. Dynamics and trophic roles of heterotrophic protists in the plankton of a freshwater tidal estuary. *Hydrobiologia* 432(1-3):25-36.

THE EFFECTS OF RECRUITMENT ON THE COMMUNITY PARAMETERS WITHIN THE ABRA ALBA – MYSELLA BIDENTATA COMMUNITY ON THE BELGIAN CONTINENTAL SHELF

Van Hoey Gert, Hilde Pelgrim, Steven Degraer and Magda Vincx

Marine Biology Section, Department of Biology, Ghent University
Krijgslaan 281/S8, B-9000 Ghent, Belgium
E-mail: g.vanhoey@UGent.be

The *Abra alba* – *Myrella bidentata* community is of high ecological importance, because of (1) its high macrobenthic abundance (6432 ind/m²) and diversity (30 spp./0.1m²), (2) its high number of bivalves possibly serving as an important food resource for sea ducks or demersal fishes, (3) its numerous unique species for the Belgian Continental Shelf (BCS), and (4) the occurrence of habitat structuring species, such as *Lanice conchilega*.

To evaluate the temporal variability within the *Abra alba* – *Myrella bidentata* community, one station, was sampled every month or seasonally, between 1994 to 2003. This station is characterised by muddy fine sand (D₅₀: 170-200 µm).

In August 1995 a very successful recruitment of *Spisula subtruncata* occurred, which caused a decrease in densities and diversity of other macrobenthic species. For the next two years the densities and diversity remain lower than before august 1995. The abundance of *Spisula subtruncata* decreased slowly, and from 1999 onwards almost replaced by the bivalve, *Donax vittatus*. Also a strong recruitment event of *Lanice conchilega*, occurred in 1999, which caused an increase of the densities and diversity of the other macrobenthic species towards the summer-autumn, with a decline again in the winter. The same pattern is observed in 2002. It is clear that the recruitment of these two species had a strong effect on the occurrence of other macrobenthic species. The presence of the bivalve *Spisula subtruncata* in high densities creates a competition for space. This in contrast with the recruitment of the tube-building polychaete *Lanice conchilega*, having a positive effect on the benthic community.

Strong year-to-year variability in species-specific recruitment is a major factor affecting community structure.

ANALYSIS OF MITOCHONDRIAL DNA VARIATION VIA PCR-SSCP REVEALS MICRO- AND MACROGEOGRAPHIC GENETIC HETEROGENEITY IN THE PLANKTONIC DEVELOPING PERIWINKLE, *MELARAPHE NERITOIDES* (CAENOGASTROPODA, LITTORINIDAE)

Van Riel Patrick¹, Karin Breugelmans¹, Hans De Wolf², Natalia Mikhailova³ and Thierry Backeljau^{1, 2}

¹ Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Afdeling Malacologie
Vautierstraat 29, B-1000 Brussel, Belgium
E-mail: pvanriel@naturalsciences.be

² Departement Biologie, Universiteit Antwerpen, Groenenborgerlaan 171, B-2000 Antwerpen, Belgium

³ Institute of Cytology, Russian Academy of Sciences, 4 Tikhoretsky prosp., St. Petersburg, 194064, Russia

The distribution of the marine gastropod, *Melarhaphe neritoides*, covers a relatively wide geographic area, ranging from the Mediterranean, the eastern Atlantic coast (until the Azores) to Norway. An important factor enabling migration over long distances, is the long-lived planktotrophic larval stage that characterizes the life-cycle of this marine snail. A good dispersal ability is often related with high levels of gene flow which is expected to have a homogenizing effect on population genetic variation. This was confirmed in previous studies based on allozyme and DNA sequence data which revealed very low levels of variation and a lack of significant differentiation between populations of *M. neritoides* on a wide geographic scale. For the current study, we used PCR-SSCP analyses to obtain haplotype frequency data for a short mtDNA fragment (cytochrome oxidase 1) from 40-50 individuals in seven populations across the species range. In contrast to the previous studies, haplotype diversity was found to be extremely high with significant frequency differences between several of the studied populations. By counteracting the gene flow that potentially could be displayed between populations, other factors must thus have contributed to the currently observed population genetic structure of *M. neritoides*. These may be abiotic factors such as e.g. (historical) barriers, ocean currents and climatic changes, but also biotic factors such as e.g. the ability of the species to adapt to local environmental conditions for the settlement of viable populations.

THE EUROPEAN REGISTER FOR MARINE SPECIES REVIVED

Vanden Berghe Edward and Ward Appeltans

Vlaams Instituut voor de Zee
Vismijn, Pakhuizen 45-52, B-8400 Oostende, Belgium
E-mail: wardvdb@vliz.be

Within the recently approved network of excellence on marine biodiversity and ecosystem functioning (MARBEF) under EU 6FP, the Flanders Marine Data and Information Centre (VMDC) will have a major task in terms of data integration and management. The IT core facility will be a MARBEF portal to improve the quality of integration of data and information from several sources. The European Register for Marine Species (ERMS) will be used as a central register of taxonomic names of all marine species known to occur in European waters. ERMS, initially compiled by a EU project started in 1998 (Costello, 2000), was published as a book (Costello, *et al.*, 2001) and a series of static web pages. The VMDC has now put this information in a relational database with a fully searchable version on the web (www.vliz.be/vmdcdata/erms). The original ERMS did not contain higher classification. This was added using higher ranks from Aphia (for information on Aphia see topic demonstrations in this volume). ERMS holds some 47,000 taxa with nearly 30,000 valid species names. ERMS is not complete yet, though. A quick comparison between Aphia and ERMS revealed that for sea cucumbers and for polyplacophorans, the two test groups we used, Aphia can still add 10-15% to the number of valid species. Soon after the official launch of MARBEF (March 2004), ERMS will be revised by a consortium of leading experts in taxonomy and mechanisms will be developed to keep the ERMS up-to-date and synchronous with major other data contributors. In other words, ERMS is revived and ready to play a major role in integrating biogeographic data from the large number of research teams involved in MARBEF.

References

- Costello M.J. 2000. Developing species information systems: the European Register of Marine Species (ERMS). *Oceanography* 13(3):48-55.
- Costello M.J., C. Emblow and R. White (Eds). 2001. European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Collection Patrimoines Naturels 50. Muséum national d'Histoire Naturelle: Paris, France. ISBN 2-85653-538-0. 463p.

DATA ASSIMILATION IN A NESTED MODEL OF THE GULF OF LIONS

Vandenbulcke L.¹, A. Barth¹, A. Alvera-Alcazarate¹, Z. Ben Bouallegue¹, M. Rixen² and J.-M. Beckers¹

¹ GHER - University of Liege
Bat. B5, Sart Tilman, B-4000 Liège, Belgium
E-mail: luc.vandenbulcke@ulg.ac.be

² SACLANT, Undersea Research Centre, Italy

When using nested grids, a preliminary, simple, 1D test case showed the interest of combining all state vectors into one single vector, using global error matrices covering all the grids at once, and using error-space feedback. Assimilation of the same data in the coarse grids is not necessary anymore, and some large data transfers from local to basin-scale models can be avoided.

The GHER hydrodynamic model is applied to a three times nested model covering (a) the Mediterranean Sea, (b) the Liguro-Provençal Basin, and (c) the Gulf of Lions. In a twin experiment, sea surface temperature and salinity are assimilated in the model every 24 hours, using optimal interpolation. Different simulations are implemented, using different ways to combine grid nesting and data assimilation.

The perturbed initial condition is a delayed model state of the reference run. An initial reduced-rank model error-space is constructed from 20 EOFs, themselves built from the reference run. The comparison of those experiments shows that using a global statevector reduces the error in the coarser grids faster than the use of three separated statevectors.

The effect of data assimilation, and the performances of the different methods, can be examined by calculating RMS errors between the perturbed run and the reference run. They can also be observed by following the model state trajectory in the EOF-space. In the context of the twin experiment described above, the first assimilation cycle clearly takes the model back in time. This is consistent with the choice of the disturbed initial conditions. The following assimilation cycles have less effect, as the trajectory is already almost brought back on the reference trajectory.

References

- Beckers J.-M. 1992. La Méditerranée occidentale: de la modélisation mathématique à la simulation numérique. PhD thesis, University of Liège, Collection des publications, Sciences appliquées.
- Barth A. 2003. GHER Assimilation Module: User Guide.

EPHEMERAL NEUSTONIC MACROFAUNAL COMMUNITIES ON FLOATING SEaweEDS

Vandendriessche Sofie, Magda Vincx and Steven Degraer

Marine Biology Section, Department of Biology, University of Ghent
Krijgslaan 281/S8, B-9000 Gent, Belgium
E-mail: Sofie.Vandendriessche@UGent.be

Floating seaweed forms the most important natural component of all floating material found on the surface of oceans and seas. Notwithstanding the absence of natural rocky shores, short-lived seaweed clumps (composed of different seaweed species: *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum*, *Himanthalia elongata*, *Sargassum muticum*,...) are frequently encountered along the Belgian coast. There are, however, very few data on the ecological value and dynamics of these floating seaweeds.

Analysis of 87 seaweed and surface water samples (dipnet samples taken with RV Zeeleeuw between 03/10/2002 and 14/04/2003) proves that the fauna associated with floating seaweeds off the Belgian coast shows a higher diversity (x2), density (x15) and biomass (x40) compared to the surrounding water column. A distinction can be made between background neustonic fauna (Calanoida, Larvacea and planktonic invertebrate larvae) and specialized seaweed fauna of different origin (rocky shore fauna, subtidal, benthic and epibenthic fauna).

Future research will address the following aspects: (1) Temporal and spatial variation in density, biomass and diversity of associated macrofauna, (2) Importance of floating seaweeds and their fauna for birds and fish, (3) Nursery function of floating seaweeds, (4) Influence of seaweed species as structuring variable, (5) Abundance, lifespan, origin and route of clumps and (6) dispersal of associated fauna to the Belgian coast.

EFFECT OF EXPERIMENTAL TRANSPLANTATION ON GROWTH, BIOMASS AND C, N, P, Fe DISTRIBUTION IN THE LEAVES AND THE BELOWGROUND PARTS OF *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE

Vangeluwe Denis, Gilles Lepoint, Jean-Marie Bouqueneau and Sylvie Gobert

MARE Center, Oceanology, Department of Life Science, University of Liège
B6C Sart-Tilman, B-4000 Liège, Belgium
E-mail: dvangeluwe@ulg.ac.be

Posidonia oceanica meadows form one of the most representative community of the Mediterranean shores. However, since the sixties, numerous regression have been reported around the Mediterranean basin. In the damaged areas, healthy meadows have been replaced with deserts of 'dead matter' or sand and mud. The regression processes are mainly due to human activities such as anchoring, bottom trawling, coastal construction and, of course, pollution and eutrophication. Because of the key ecological and economical roles played by *Posidonia* meadows, protection and transplantation programs were carried out since the last decades. In this framework, we performed transplantation experiments in order to better understand the factors influencing transplants survival and growth. Indeed, transplantation constitutes a strong tool to study the vegetative reproduction processes in *Posidonia oceanica*. Our experimental work was carried out on a sandy patch in the Revellata Bay (Calvi, Corsica, France) in front of the oceanographic station STARESO. In order to minimize the effect on the environment, the transplantation experiments were done using unanchored shoots of *Posidonia oceanica* naturally teared out during strong storms. The collected shoots were bound on bamboo grids which were attached on the sandy patch at 17m depth. The grids are regularly monitored underwater to measure the survival and multiplication of transplants. In addition, at the end of each monitoring period, samples are brought back to our lab in order to measure biometrical parameters (number and length of leaves, leaf surface,...) and to determine C, N, P, Fe and chlorophyll contents in the different parts of the plant. Our first *in-situ* results show that the transplant survival is quite constant during the first year of experiment but tends to decrease after this period. Beside that, the number of leaf bundle per transplant increases. Our results also show a modification of the growth pattern of transplants: the initial orthotropic transplants (with vertical growth) tend to become plagiotropic (with horizontal growth). In fact, plagiotopic shoots constitute the colonisating form of *Posidonia oceanica*.

NEURAL NETWORK PREDICTION OF WAVE OVERTOPPING AT COASTAL STRUCTURES

Verhaeghe Hadewych¹

Coastal Engineering Section, Department of Civil Engineering , Ghent University (UGent)
Technologiepark 904, B-9052 Zwijnaarde, Belgium
E-mail: Hadewych.Verhaeghe@UGent.be

The design of coastal structures is highly related to the allowable amount of overtopping. Over the past 20 years extensive research has been done to overtopping, resulting in several prediction formulae for overtopping at coastal structures [e.g. Franco *et al.*, 1994 (for vertical walls); van der Meer *et al.*, 1998 (for dikes)]. However these formulae are applicable to a limited range of structure configurations and only give partial predictions. The final goal of this study is therefore to assemble all the existing information about overtopping to give one single design method. This method will be created with the aid of the neural network technique, a technique which is able to recognize patterns in large datasets. This study falls within the scope of the EU project CLASH (www.clash-eu.org) which runs from January 2002 until December 2004.

More than 6500 overtopping tests originating from 132 independent test series were gathered at institutes and universities all over the world. It concerns generic tests as well as site specific tests and this at all kinds of structures. Each of these tests was studied and screened on reliability. After this, each test was put into a database by means of 31 parameters of which 11 hydraulic parameters describing the incident wave climate and 17 structural parameters describing the overtopping section itself. The remaining 3 parameters are general parameters, assigning a unique name to each test and describing the reliability and complexity of the test. More information on this first database can be found in Verhaeghe *et al.*, 2003. Extra model tests and prototype measurements, both performed within the framework of the CLASH-project fill up so-called 'white spots' of the database. This will lead to a final homogeneous database and a final neural network.

Initial training of the neural network is done with the first database. In a first phase 11 of the structural parameters together with 3 hydraulic parameters are used as input. The reliability and complexity of each test is incorporated by one weight factor per test and finally the measured overtopping discharge 'q' is found as output of the neural network. A sensitivity analysis will clarify the relative importance of the input parameters. Training of the neural network with the first database is ongoing at this moment. The final neural network, reproducing a generic prediction method for overtopping at coastal structures will be available halfway 2005.

¹ Aspirant FWO Vlaanderen

References

- Franco L., M. de Gerloni and J.W. van der Meer. 1994. p.1030-1045. Wave overtopping on vertical and composite breakwaters. In: ASCE, proc. 24th ICCE, Kobe, Japan.
- Van der Meer J.W., P. Tönjes and J.P. de Waal. 1998. p.5-19. A code for dike height design and examination. In: Proc. Conf. Coastlines, Structures and Breakwaters, I.C.E. N.W.H. Allsop (Ed.), Thomas Telford, London, UK.
- Verhaeghe H., J.W. van der Meer, G.-J. Steendam, P. Besley, L. Franco and M.R.A. van Gent. 2003. Wave overtopping database as the starting point for a neural network prediction method. ASCE, Proc. Coastal Structures 2003, Portland.

QUANTIFYING HABITAT-SPECIFIC DIATOM PRODUCTION: A CRITICAL ASSESSMENT USING MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL MARKERS IN COASTAL ANTARCTIC LAKE SEDIMENTS

Verleyen Elie¹, Dominic A. Hodgson², Peter R. Leavitt³, Koen Sabbe¹ and Wim Vyverman¹

¹ Universiteit Gent, Vakgroep Biologie, Afdeling Protistologie en Aquatische Ecologie
Krijgslaan 281 (S8), B-9000 Gent, Belgium
E-mail: elie.verleyen@UGent.be

² British Antarctic Survey, High Cross, Madingley Road, Cambridge, CB3 0ET, UK

³ University of Regina, Biology Department, Limnology Laboratory, Regina, SK, S4S 0A2, Canada

The reconstruction of primary production and identification of the taxonomic groups that contribute to it, are fundamental components in many paleolimnological and paleoceanographic studies. However, as only a small number of autotrophic organisms deposit recognisable morphological fossils (e.g. diatoms, chrysophytes and coccolithophore bearing haptophytes), biochemical markers such as fossil pigments have been widely used as proxies of past production and algal community composition. A fundamental question for paleo-ecological research however, and one that is too often overlooked, is the extent to which environmental signals are archived in sediments. This aspect needs to be addressed before meaningful interpretations of sedimentary proxies can be made. Here we thus critically evaluated the morphological and biochemical markers of diatom production by direct comparison of diatom marker pigments with absolute diatom biovolume, and partitioned diatom production between the main habitats (plankton, sea-ice and benthos). Therefore, sediments spanning the last 10,000 yr in two cores from the Larsemann Hills, were analysed for siliceous microfossils (diatoms and stomatocysts) by microscopy, and for fossil pigments by high performance liquid chromatography. Following correction for temporal autocorrelation, analyses demonstrated that diatom pigments (diadinoxanthin, diatoxanthin, fucoxanthin) were highly correlated ($r^2=0.557$ and 0.357 , $p<0.0001$) with diatom biovolume in the marine sections of both cores, but only weakly correlated in the lacustrine zone ($r^2=0.102$, $p=0.111$ and $r^2=0.144$, $p=0.012$), probably due to degradation of diadinoxanthin and diatoxanthin. In contrast, fucoxanthin was better preserved in the lacustrine sediments. By combining both microfossil and pigment proxies, we provided a first estimate of diatom production in specific habitats (benthic, sea-ice and planktonic). Analyses indicated that benthic diatom production was greatest in the lacustrine intervals, when benthic microbial mats dominated the flora as shown in the previous chapters, whereas diatoms were associated mainly with the water column and sea ice during the marine intervals. The combination of both proxies in marine and freshwater environments have thus the potential to allow more accurate and detailed interpretation of pigment and diatom data in paleo- and neo-ecological research.

THE ENDIS-RISKS PROJECT: ENDOCRINE DISRUPTION IN THE SCHELDT ESTUARY – DISTRIBUTION, EXPOSURE AND EFFECTS

Verslycke T., A. Ghekiere, N. Fockedey, P. Roose, K. De Wash, D. Vethaak, E. Monteyne, H. Noppe, M. Vincx, H. De Brabander and C.R. Janssen

Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology, University of Ghent
Jozef Plateastraat 22, B-9000 Ghent, Belgium
E-mail: an.ghekiere@UGent.be

The first indications of possible effects of endocrine disrupting substances and the presence of these substances in the Scheldt Estuary have recently been published. The industrial areas of Ghent and Antwerp are to a large extent responsible for this pollution. Therefore, there is an obvious need to investigate the occurrence of endocrine disruption in the Scheldt Estuary. In addition, a detailed knowledge of the distribution and long-term effects of these substances is needed in the framework of future-oriented policy measures at the national and European level. The Endis-Risks project, a multidisciplinary consortium between five different research institutes, will evaluate the distribution, exposure and effects of endocrine disruptors in the Scheldt Estuary. An extended list of endocrine disruptors and the *in vitro* estrogen and androgen potency will be analyzed in water, sediment and suspended solids. In addition, body burdens of these endocrine disruptors will be analyzed in biota (mysid shrimp and gobies) and linked with *in situ* biomarker responses and population effects in resident mysid populations. Field samples and *in situ* studies will run over four years (three campaigns per year). The field study will allow an identification of potential problem chemicals with endocrine disruptive activity in the Scheldt Estuary. These chemicals will be further evaluated through laboratory exposures with mysid shrimp to evaluate the acute and chronic effects on endocrine regulated processes in these animals (energy and (ecd)steroid metabolism, vitellogenesis, specific protein expression,...). The results of laboratory and field studies will be linked to come to an integrated risk estimation for endocrine disruptors in the Scheldt Estuary.

Key words: Endocrine disruption; *Neomysis integer*; Scheldt Estuary; Life history.

BELGIAN SHIPWRECKS: HOTSPOTS FOR MARINE BIODIVERSITY

Zintzen Vincent^{1,2}, Claude Massin², Alain Norro³, André Cattijse⁴, Edward Vanden Berghe⁴, Steven Degraer⁵, Maaïke Steyaert⁵, Magda Vincx⁵ and Jérôme Mallefet¹

¹ Laboratory of Marine Biology, Catholic University of Louvain
Place Croix du Sud 3, Kellner's Building, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgium
E-mail: vincent.zintzen@naturalsciences.be

² Royal Belgian Institute of Natural Sciences
Malacology Section, 29 Vautier Street, B-1000 Brussels, Belgium

³ Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of Mathematical Model of the North Sea, 100 Gulledele, B-1200 Brussels, Belgium

⁴ Vlaams Instituut voor de Zee
Vismijn, Pakhuizen 45-52, B-8400 Oostende, Belgium

⁵ Afdeling Mariene Biologie, Vakgroep Biologie, Universiteit Gent
K.L. Ledeganckstraat 35, B-9000 Gent, Belgium

Hard bottom substrates at sea allow the development of communities that are often rich in terms of species diversity. Non-biogenic structures such as shipwrecks are an integral part of these substrates, even if they have an anthropogenic origin and the species assemblages they harbor could be for that reason qualified as 'exotic'. There are 200 recent shipwrecks on the Belgian Continental Shelf (BCS), which represent a large fraction of the hard substrate available locally; their presence has an additional interest if we know that the major part of the English Channel and Southern Bight of the North Sea consists almost exclusively of soft sediments. Five shipwrecks on the BCS will be studied in order to assess the meio- and macrofaunal diversity using direct observations and scuba sampling techniques. The soft sediments close to shipwrecks will also be studied to serve as model for areas relatively undisturbed by fisheries (untrawled). Added to this, the influence of shipwrecks on local hydrodynamics and sediment transport will favor the colonization by fragile epibenthic species and as a consequence increase habitat complexity. For each site, standard abiotic parameters and current vectors will be measured and modeled. The information will be centralized in a database and disseminated through a web site devoted to the biodiversity of the BCS. The results will be relevant to the management of the BCS; the anthropogenic hard substrates of shipwrecks can serve as a model for what will happen with the installation of offshore windmills. A brochure will increase public awareness of the importance of marine diversity, and increase public support for marine protected areas.

APPLICANTS
VLIZ AANMOEDIGINGSPRIJZEN
MARIENE WETENSCHAPPEN 2003

REPRODUCTIE EN INVESTERINGSPARAMETERS IN COMBINATIE MET EEN IDENTIFICATIEMETHODE IN DE ZUIDELIJKE ZEEOLIFANT (*MIROUNGA LEONINA*)

Briga Michael

Vrije Universiteit Brussel, Laboratorium voor Polaire Ecologie en Ecotoxicologie
Pleinlaan 2, B-1050 Brussel
Huidig adres: Oude Zilverbergstraat 65, 8800 Roeselare
E-mail: mbriga@vub.ac.be

Samenvatting van de thesis voorgelegd voor het behalen van de graad van licentiaat in de Biologie aan de Vrije Universiteit Brussel, Laboratorium voor Polaire Ecologie en Ecotoxicologie

Volwassen zuidelijke zeeolifanten (*Mirounga leonina* L., 1758) zijn extreem seksueel dimorf. Grote verschillen in massa zijn er ook tussen de vrouwelijke volwassen individuen. Daarbij voeden de pups zich, tijdens de zoogperiode, uitsluitend a.h.v. de energiereserves van de vastende moeders. De vader investeert na de paring geen energie in de nakomelingen en een moeder verlaat haar pup na ongeveer 3 weken zoogtijd. Deze eigenschappen bieden een ideale mogelijkheid om de 'maternal investment', of de hoeveelheid energie die een moeder aan haar nageslacht schenkt, te analyseren. We hebben 'maternal investment' onderzocht in functie van het geslacht van de pup en de lengte van de moeders tijdens het broedseizoen 2002 van de Punta Norte subpopulatie te Península Valdés, Argentinië.

Een volledige passende theorie met betrekking tot ouderlijke investering bestaat nu nog niet. Er zijn wel een aantal theorieën die in bepaalde situaties toepasbaar zijn. Allen beschouwen de return, of het gedeelte van de fitness van de nakomelingen dat het resultaat is van de ouderlijke investering, de drijfveer achter 'maternal investment'. Fisher (1930) voorspelde dat de investering, op populatieniveau, in vrouwelijke nakomelingen dezelfde zou moeten zijn als die in mannelijke nakomelingen. Voor seksueel dimorfe en polygame soorten wordt echter aangenomen dat de relatie tussen investering en return S-vormig is. Voor dergelijke soorten werden andere theorieën ontwikkeld. Trivers en Willard (1973) voorspelden dat de verhouding van het aantal mannelijke nakomelingen tot de vrouwelijke stijgt volgens stijgende energiereserves van de moeder. Maynard-Smith (1980) argumenteerde dat het evolutionair stabiel is meer te investeren in het geslacht met de laagste overlevingskansen. Voor de zuidelijke zeeolifant betekent dit een grotere investering in mannelijke nakomelingen.

De investering tijdens de zoogperiode werd gemeten a.h.v. pup volume en de relatieve zoogtijd, zijnde de verhouding van de tijd die moederpup paar zoogt tot de observatietijd. Lengtemetingen werden gebruikt als een maat voor massa. Zoals in de literatuur aangetoond, is deze sterk gecorreleerd met de fitness.

Het eerste gedeelte van het onderzoek bestaat uit een methodologische analyse. Er werd een identificatiemethode ontwikkeld, gebaseerd op kleurenpatronen en littekens in de vacht, die gemakkelijk toe te passen bleek in het onderzochte gebied. Deze methode

opent de mogelijkheid tot onderzoek over langere periodes a.h.v. identificatiecatalogi. De lengte van de moeders werd fotogrammetrisch geschat en bleek een aanvaardbare foutenmarge te hebben (3.2%). De leeftijd van de pup, het uur van de dag en de periode in het broedseizoen bleken allen het zooggedrag te beïnvloeden.

Er blijkt geen verschil te zijn in de hoeveelheid energie gespendeerd aan vrouwelijke of mannelijke nakomelingen. Pup volume en relatieve zoogtijd verschilden niet significant naargelang het geslacht van de pup. Er waren in verhouding meer vrouwelijke dan mannelijke pups, maar dit kan te wijten zijn aan de beperkte grootte van de steekproef.

Alle moeders bleken over vrij grote energiereserves te beschikken ('good condition', massa > 600kg) in vergelijking met andere populaties op andere locaties. De stijgende massa van de moeders en het dalend aantal individuen te Punta Norte schijnen in tegenstelling met het stijgend aantal individuen in Península Valdès. Dit biedt een interessante aanwijzing naar verder onderzoek. 'Maternal investment', gemeten als relatieve zoogtijd, en sex ratio waren niet gecorreleerd met de lengte van de moeders.

Zodoende blijken de resultaten van 2002 in Punta Norte niet te voldoen aan de voorspellingen van Trivers en Willard (1973) en Maynard-Smith (1980). De zuidelijke zeeolifant blijkt goed aangepast te zijn aan het vasten tijdens de broedperiode. Tevens duidt de stijgende trend in het aantal individuen te Península Valdès op gunstige ecologische factoren. Deze soortspecifieke en populatiespecifieke eigenschappen kunnen de vorm van de 'return curves' beïnvloeden, wat zou verklaren waarom de resultaten voor een seksueel dimorfe en polygame soort lijken overeen te komen met de 'gelijke investeringstheorie' van Fisher (1930).

AN ANALYSIS OF THE COMPLEXITY OF THE VOCAL COMMUNICATION CHANNEL OF THE SOUTHERN RIGHT WHALE AT ONE OF ITS BREEDING GROUNDS, PENINSULA VALDÉS, ARGENTINA

Constant Magali

Vrije Universiteit Brussel, Onderzoeksgroep Ecotoxicologie en Polaire Ecologie
Pleinlaan 2, B-1050 Brussel
Huidig adres: Linterpoortenlaan 220, B-1980 Zemst
E-mail: magali.constant@vub.ac.be

Akoestische opnames van zuidkapers werden tussen 17/09/02 en 17/10/02 geregistreerd op hun overwinterings- en voortplantings- en paargebied in de baaien van het Valdés schiereiland, Argentinië. Opnames werden verricht met een omnidirectionele hydrofoon (7-22000 Hz frequentiebereik) en opgeslagen op Digital Audio Tape. De tapes werden auditief geïnspecteerd, walvisgeluiden werden digitaal ingeladen op harde schijf via Coaster™ (44 000 Hz sample rate, 16 bit sample size).

Een eerste luik van het onderzoek was kwantitatief van aard: er werd onderzocht of de vocale activiteit van de dieren afhankelijk was van het tijdstip van opname tussen zonsopgang en zonsondergang en of de vocale activiteit kwantitatief context-afhankelijk was.

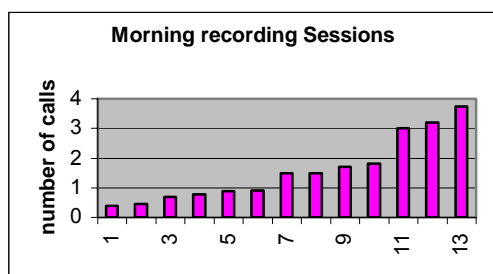


Fig.1a. Gemiddeld aantal 'calls' per minuut (Y-as) per positieve ochtend opname (X-as).

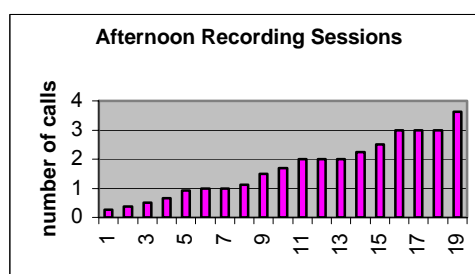



Fig.1b. Gemiddeld aantal 'calls' per minuut (Y-as) per  ievieve middagopname (X-as).

Resultaten tonen aan dat er geen statistisch verschil [Mann-Whitney test ($p = 0.349368$)] is tussen de vocale activiteit van de dieren tussen ochtend- en middagopnames. Een hoge frequentie van vocalisatie werd teruggevonden in de vocaal actieve dieren; een gemiddelde van 75 'calls' per uur werd geproduceerd.



Fig.2. Boxplot van beschrijvende statistiek van vocale activiteit van 2 groepen met verschillende samenstelling en verschillende activiteit. Het aantal 'calls' per 15 seconden in 10 minuten opname (X-as) van een moeders en kalveren eenheid (links X-as) en een seksueel actieve groep (rechts X-as).

Resultaten tonen een significant verschil aan in vocale activiteit tussen beide groepen.

Het tweede luik van de thesis omvat een analyse van de opgenomen vocale geluiden en een opdeling van deze geluiden naargelang temporale en spectrale eigenschappen.

De vocalisaties werden geanalyseerd door middel van het bioakoestisch CanaryTM1.2 softwareprogramma. De spectrogrammen die zo worden gegenereerd zijn het resultaat van een 'Short Time' Fourier Transformatie.

Door middel van simpele visuele herkenning, gebaseerd op de algemene vorm van het spectrogram, werden acht geluidscategorieën gevonden.

Er werd een inventaris opgemaakt van het repertoire op de voortplantingsgebieden:

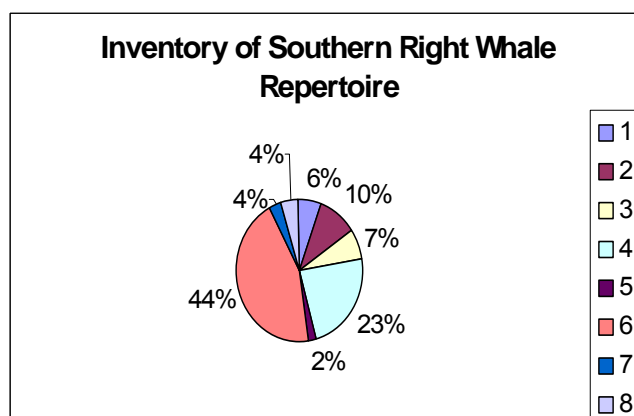


Fig.1. % van 'calls' die behoren tot elke spectrogram categorie
 1= ' Straight Calls with clearly visible harmonics' 2= ' Straight Calls without clearly visible harmonics' 3= ' Up Calls with the pattern visible in lower frequency components' 4= ' Up Calls with the pattern visible in all frequency components' 5= ' Down Calls' 6= ' Complex Calls' 7= ' Trains of Calls' 8= ' Slaps/Gunshots'.

De inventaris maakt duidelijk dat een aantal geluidscategorieën meer gebruikt worden dan andere: bijna 50% van de vocalisaties van zuidkapers in sociale groepen bestaat uit 'calls' van het 'complexe' type, in ons geval categorie 6 (complexe call) en 7 ('complexe' calls, geproduceerd in reeksen).

De geanalyseerde 'calls' waren gerelateerd aan de samenstelling en de verschillende activiteiten van de verschillende sociale groepen (moeder-kalf, voortplantingsgroepen SAGs Surface Active Groups...).

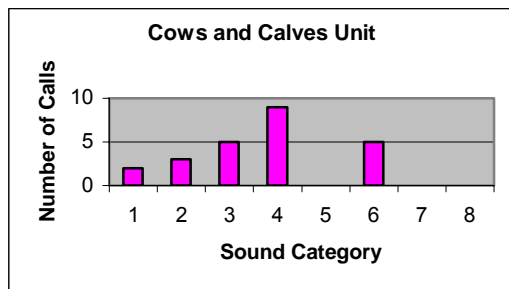


Fig. 2. Gebruik van geluidscategorieën door een groep moeders en kalveren, gemiddeld actief zijn.

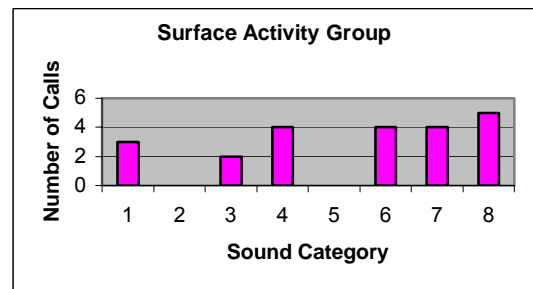


Fig. 3: Gebruik van geluidscategorieën door een (seksueel) actieve groep, met een focaal individu

De gevonden trends tonen aan dat het gebruik van de verschillende geluidscategorieën context-afhankelijk is.

Analyse volgens klassieke parameters en patroonparameters:

Parametermetingen werden uitgevoerd op de geluiden: duur, piek frequentie, moment van grootste amplitude, bovengrens zichtbare harmonieken in het frequentiedomein.

De variatie in parameterwaarden binnen de categorieën was groot, waardoor klassieke parameters enkel gebruikt konden worden voor het beschrijven van een geluid, niet voor het onder categorie brengen.

Een simpele patroonparametermethode werd ontwikkeld, gebaseerd op een methode gebruikt door Clark (1983) tijdens een vorig onderzoek waarbij de regressiecoëfficiënten van een vijfde orde curvilineaire vergelijking gebruikt werden om geluiden te karakteriseren. Deze categorisatie van Clark verdeelde het repertoire in twee klassen van enerzijds 'discrete', anderzijds 'complexe' calls.

Onze patroonparameters, gebaseerd op een verschil in frequentie die de hellingen van de voornaamste harmonieken karaktersieren, leveren gelijkaardige resultaten op.

Categorieën 1, 3, 4 en 5 omvatten geluiden die tot de 'simpele' categorieën van het repertoire behoren.

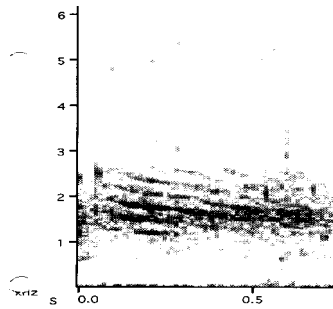


Fig. 4: Voorbeeld van een spectrogram van een geluid (down call) behorende tot de simpele component van het repertoire.

Een Kruskal-Wallis niet parametrische ranking test toonde significante verschillen aan tussen de diverse categorieën ($p = 0.0001$). Afzonderlijke Mann-Whitney testen toonden significante verschillen aan tussen de categorieën. De variatie binnen de geluiden van eenzelfde categorie was klein in vergelijking met de variatie gevonden tussen de categorieën. Dit doet vermoeden dat deze kleine variaties eerder te wijten zijn aan individuele variatie dan aan variatie in signaalbetekenis.

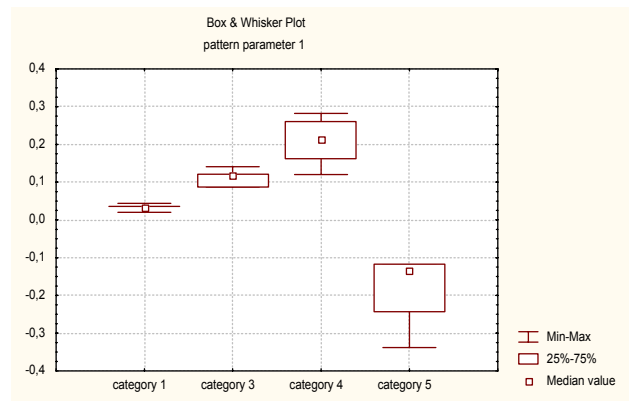


Fig. 5. Boxplot van beschrijvende statistiek voor patroonparameter 1 voor categorieën 1,3,4 en 5. Het verschil in frequentie wordt aangegeven op de Y-as, de categorie op de X-as. $N_1 = 9$, $N_2 = 9$, $N_3 = 6$; $N_4 = 4$.

Voor de 'multibuigpunt'-geluiden (categorieën 6 en 7) van de 'complexe' calls volstond 1 parameter niet voor karakterisatie. Het verschil in frequentie op de verschillende buigpunten werd gemeten.

Een enorme variatie, zowel in aantal buigpunten, als in de waarde van de patroonparameters doen vermoeden dat deze geluiden onderhevig zijn aan gradatiestrategie zoals reeds beschreven door Clark (1990). Met gradatiestrategie wordt bedoeld dat subtiele variaties in temporele en spectrale aspecten van een geluid de betekenis van het signaal veranderen, waardoor de informatie-inhoud kan worden vergroot (Hauser, 1997). Dit doet vermoeden dat wat wij op basis van een spectrogramvorm hebben gedefinieerd als één enkele geluidscategorie, moet bestaan uit een aantal subcategorieën.

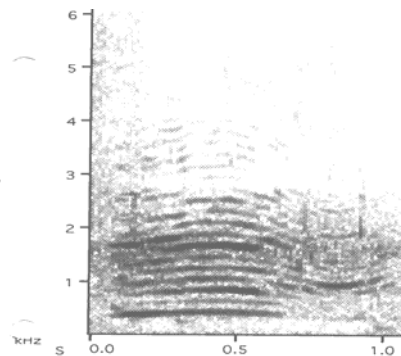


Fig. 6. Voorbeeld van een spectrogram van een geluid (complex call) behorend tot de complexe component van het repertoire

In het laatste luik van de thesis werden resultaten vergeleken met die van voorgaande studies (Cummings *et al.*, 1972; Clark, 1982;1983). Vergelijking van spectrogrammen tussen de verschillende studies was niet evident. De resultaten van Clark werden voorgesteld door middel van sterk gecontrasteerde, gecondenseerde spectrogrammen, met de voornaamste energie tussen de 50 en de 500 Hz en een cut-off op 1000 Hz. Eén van de voornaamste verschillen was dan ook dat wij tijdens ons onderzoek een hoger gelegen energie vonden en harmonieken duidelijk zichtbaar tot gemiddeld 3000 Hz.

De voornaamste conclusies van het onderzoek waren:

- Een bijzonder hoge vocale activiteit werd waargenomen (gemiddeld 75 'calls'/uur) ivm de literatuur, de vocale activiteit wordt niet beïnvloedt door het tijdstip van de dag tussen zonsopgang en zonsondergang.
- Simpele visuele herkenning van de spectrogrammen leverde 8 geluidscategorieën op. Klassieke parameters ondersteunden deze categorisatie niet.
- Het invoeren van de patroonparameters verdeelt het repertoire in een 'simpele' en een 'complexe' component.
- Vocalisaties van de zuidkapers zijn context-afhankelijk: grote verschillen werden gevonden tussen patronen van bv. moeder-kalf paren en seksuele actieve 'surface' groepen.
- De variaties binnen geluiden van de 'complexe' groep wijzen op het gebruik van een gradatiestrategie.
- Vergelijking met voorgaande studies bracht enkele opmerkelijke verschillen aan het licht, in eerste orde in het frequentiedomein (er werd energie gevonden tot 5 KHz, voorheen beschreven tot 1 kHz), maar ook het aandeel in het repertoire van 'complexe' type geluiden.
- Verschillen in frequentiebereik zijn mogelijk te verklaren door verschillen in en een verbetering van opnametechnieken.
- Complexe calls moeten verder onderzocht worden en opgedeeld, aangezien we vermoeden dat het grootste deel van de informatie hierin vervat zit.

DE POPULATIEDYNAMIEK EN KOLONIEGEDRAG VAN DE ZUID-AMERIKAANSE ZEELEEUW, *OTARIA BYRONIA*, ROND DE PENÍNSULA VALDÉS

De Ridder Joke

Vrije Universiteit Brussel, Laboratorium voor Polaire Ecologie en Ecotoxicologie
Pleinlaan 2, B-1050 Brussel
Huidig adres: Zavelbergweg 58, B-1640 Sint-Genesius-Rode
E-mail: jgderidd@vub.ac.be

In deze studie wordt de populatiedynamiek en het koloniegedrag van de Zuid-Amerikaanse zeeleeuw, *Otaria byronia*, rondom Península Valdés, Argentinië onder de loep genomen tijdens het voortplantingsseizoen 2003.

De kolonie in Punta Loma, waar regelmatig werd geteld tijdens de maand januari, bestaat uit een 130-tal individuen.

Tijdens de hele periode van observatie bleef het aantal mannetjes vrijwel constant. Er is een piek waargenomen van vrouwtjes en juvenielen, alsook van de pups, tijdens de vierde week van januari. Er zijn dan 49 pups waarvan 69% pups geboren zijn tussen 9 en 25 januari. De pupmortaliteit wordt geschat op 11%. Deze zou men iets lager verwachten vanwege de kleine, afgeschermd kolonie.

Er is dus geen sprake van veranderingen in de voortplantingscyclus. De verschillen die men in de patronen van Punta Loma, 2003 en Punta Norte, 1980-84 ziet zijn te wijten aan de naburige juveniele kolonie.

De piek van de copulaties in Punta Loma ligt iets vroeger dan in Punta Norte. Wegens het gering aantal geobserveerde copulaties kan men hier moeilijk een vergelijking maken.

Uit de literatuur is geweten dat de populatie zeeleeuwen in het noorden en het centrum van Patagonië toeneemt sinds 1970.

Tellingen op het einde van januari, vergeleken met data van voorgaande decennia, tonen aan dat de kolonies gevestigd in het Punta Norte reservaat, El Faro, Punta Loma en Punta Pirámides sinds 1987 toenemen. De jaarlijkse stijgingen liggen tussen 1.8% en 14.2%. De kolonie die zich bevindt in Ensenada de Medina bleef stabiel vanaf de jaren 80. Dit kan te wijten zijn aan een hoge agressiviteit tussen de volwassen individuen met een hogere pupmortaliteit tot gevolg.

Vanaf de jaren 80 is er in alle kolonies een daling waargenomen. Dit kan te wijten zijn aan een hele sterke El Niño.

Toch is dit zeer onwaarschijnlijk. De daling is al te zien vanaf 1981, een jaar voor de 1982-83 El Niño. Andere El Niño's laten geen sporen na in de populatiedynamiek. Dit in tegenstelling tot de populaties die verblijven langs de kust van de Stille Oceaan.

De beginnende opkomst van de visvangst in 1975 kan ook één van de oorzaken zijn van deze daling. Toch heeft de toename van visvangst blijkbaar weinig effect op de zeeleeuwen aangezien de populatie nog steeds aan het toenemen is.

De 'populatie overshoot' hypothese geeft de meest waarschijnlijke verklaring voor deze plotse daling in de zeeleeuwpopulatie. Een overvloed aan prooien na de afslachting zorgt voor een snelle toename van de zeeleeuwpopulatie. Daarop volgend kan dan weer een daling waargenomen worden in de populatie als gevolg van de overexploitatie van de voedselbronnen.

De geslachtsverhouding van de volwassen vrouwtjes tot het aantal volwassen mannetjes fluctueert tussen 7.7 en 9.3, met uitzondering van deze van de kolonie in Ensenada de Medina (1.9). Deze lage geslachtsverhouding van de kolonie kan te wijten zijn aan de aanwezigheid van een juveniele kolonie.

Er is gekeken naar drie factoren die de agressie kunnen bevorderen: densiteit, getijden en temperatuur.

Hoe groter de kolonie, hoe agressiever het er aan toe gaat.

Het agressief gedrag, zowel van de vrouwtjes onderling als van de mannetjes onderling, is afhankelijk van het tij in Punta Loma en Punta Norte. In Punta Pirámides heeft het tij geen invloed op de agressiviteit. Deze kolonie verblijft op een rotsig platform in tegenstelling tot de twee andere kolonies, die verblijven op een strand.

DIGITALE TERREINMODELLERING EN PROPAGULENVERSPREIDING IN KENIAANSE MANGROVEN MET EEN GEZONEERDE VEGETATIE-STRUCTUUR (GAZI BAY)

Di Nitto Diana

Vrije Universiteit Brussel, Vakgroep Geografie, Richting Fysisch Milieu
Pleinlaan 2, B-1050 Brussel
Huidig adres: E. Jacqueminaan 86-88, B-1000 Brussel
E-mail: ddinitto@vub.ac.be

Gedurende de periode februari - maart 2002 werden er ten behoeve van deze exploratieve studie veldmetingen uitgevoerd in een klassiek gezoneerd mangrovebos te Gazi Bay (Kenia). Het veldwerk omvatte zowel topografische opmetingen en het verzamelen van vegetatiegegevens in het studiegebied, als successieve propagulentellingen langs vijf lijntransecten. De doelstelling van de betreffende studie kadert in het onderzoek van de vegetatiestructuur-dynamiek en levert een bijdrage aan de vraagstelling omtrent het lot van de propagulen vanaf het moment dat ze zich losmaken van hun parentale bomen. Een grondig begrip van de vegetatiestructuur-dynamiek van mangroven in een welbepaald gebied is namelijk onontbeerlijk wanneer men het behoud van deze ecosystemen tracht te vrijwaren (Lee *et al.*, 1996). Hierbij wordt er bij de successieve propagulentellingen hoofdzakelijk toegespitst op de juveniele vegetatielaag van de soorten *Rhizophora mucronata* en *Ceriops tagal* en werden de factoren 'wortelcomplex', 'helling' en 'substraat' in rekening gebracht. Aan de hand van voorgaande fase binnen het onderzoekskader werd het vervolgens mogelijk om de gegevens aangaande de hoogtemetingen (Digitaal Terrein Model (DTM), zie kaart 1), de aanwezige vegetatie en de successieve propagulentellingen te integreren in een GIS-omgeving en alzo na te gaan welke de invloeden kunnen zijn van degradatie en zeeniveauijzeringen op de verspreiding van propagulen voor het studiegebied in kwestie. De GIS-analyses werden opgesteld aan de hand van de factoren die men tijdens het werkveld in rekenschap heeft gebracht, maar wijzigingen die direct of indirect gepaard gaan met degradatie en/of zeeniveauijzeringen (e.g. veranderingen in de topografie, erosie, sedimentbevoorrading, golfactie,...) lagen echter buiten het bereik van deze experimentele studie. Na het integreren van de vegetatiegegevens, de resultaten omtrent de successieve propagulentellingen en het Digitaal Terrein Model werden enkele GIS-analyses uitgevoerd die zich hoofdzakelijk toeleggen op volgende vraagstellingen:

Welke regio's binnen het studiegebied zijn al dan niet geschikt voor het stranden of planten van propagulen?

In het kader van regeneratieprojecten is het van belang betrouwbare voorspellingen te genereren omtrent de huidige toestand van een mangrovegebied (Dahdouh-Guebas, 2001). Voor elk soort van belang in deze studie (*Rhizophora mucronata* en *Ceriops tagal*) werd er een geschiktheidskaart opgesteld aan de hand van de bevindingen omtrent de successieve propagulentellingen. Hieruit is gebleken dat onder huidige omstandigheden de meest geschikte regio's voor *Ceriops tagal* en *Rhizophora*

mucronata een relatief groot gedeelte van het studiegebied beslaan. Hoewel deze meest geschikte regio's (onder huidige omstandigheden) het potentieel bezitten het studiegebied te voorzien van natuurlijke regeneratie, kan men echter niet met zekerheid vaststellen of deze regio's eveneens gunstig worden ervaren voor een verdere ontwikkeling en groei van de juveniele vegetatielaag.

Hiertoe noodzaakt men aanvullende informatie omtrent factoren zoals predatie (Dahdouh-Guebas *et al.*, 1997; Dahdouh-Guebas *et al.*, 1998), saliniteit (Rabinowitz, 1978b), licht (Paliawadene & Pinto, 1989), frequentie en duur van inundatie, fysisch-chemische karakteristieken van de mangrovebodem (Delgado *et al.*, 2001), e.d.

Via welke 'wegen' kunnen propagulen zich verspreiden?

Mangrovesoorten verspreiden hun diasporen door middel van lokale getijdenstromingen om zowel bestaande mangrovebestanden aan te vullen, als nieuwe vestigingen te creëren (Duke *et al.*, 1998). Vervolgens werd er aldus gecontroleerd of de meest geschikte delen van de geschiktheidskaart eveneens bereikbaar zijn voor propagulen die zich al drijvend propageren doorheen het studiegebied. De resultaten van de GIS-analyse geven aan dat de meest geschikte delen voor beide soorten zo goed als volledig bereikbaar zijn voor het stranden van propagulen, maar hierbij men mag niet uit het oog verliezen dat dit enigszins afhangt van het getijdenniveau (zie verder). De mangrovebomen die binnen het bereik (*i.e.* waterscheidingslijn) liggen van de meest geschikte regio's, kunnen een waardevolle aanvulling leveren aan het mangrovebestand. De kennis omtrent deze specifieke mangrovebomen zou op een grotere schaal eveneens dienstig kunnen zijn voor de maatregelen van een intensief bosbeleid betreffende het selectief omkappen van mangrovebomen.

Wat kan de invloed zijn van degradatie op de verspreiding van propagulen?

De eliminatie van de categorie 'rhizoforen' heeft een aanzienlijk effect op de verspreiding van de propagulen van beide soorten. Wat betreft de soort *C. tagal* zijn de meest geschikte regio's volledig verdwenen, terwijl er voor *R. mucronata* slechts een verwaarloosbaar percentage van de totale oppervlakte resteert. Rhizoforen spelen een belangrijke rol in de verdeling van de propagulen daar ze de verspreidingseenheden in hun structuren kunnen 'vasthouden'. Deze steltwortels zorgen eveneens voor een dissipatie van de energie van getijdenstromingen waardoor er nabij deze structuren een ophoping van sedimenten plaatsvindt (Bosire, 1999).

Of dit gebied een verjonging zal ondergaan is afhankelijk van de propagulenbevoorrading van zowel de resterende mangrovebomen in het studiegebied als van aanliggende mangroven. Het omkappen van mangrovebomen van de soort *Rhizophora mucronata* onderwerpt de betreffende gebieden aan een verhoogde erosie en zorgt ervoor dat de mensen, die afhankelijk zijn van deze natuurlijke hulpbronnen, in een negatieve spiraal terechtkomen. Zo is er namelijk uit recente onderzoeken gebleken dat naakte sites (d.i. 'gekapte sites') na een aanzienlijke periode nog steeds in een gelijkaardige toestand verkeren (Bosire, 1999) en dat, in het geval van natuurlijke regeneratie, de ontwikkelingen voornamelijk ten gunste van de soort *C. tagal* zullen verlopen (Kairo, 2001). Dit is reeds van vanuit een gebruikerstandpunt een ongewenste ontwikkeling. Om te vermijden dat deze hulpbronnen het gevaar van overexploitatie

moeten trotseren, is het aldus van uiterst groot belang dat men de gebruikers van deze bronnen informeert naar de ecologische waarde van deze ecosystemen en dat men informatie verstrekt omtrent het concept 'duurzame ontwikkeling'.

Wat kan de invloed zijn van hydrologische aspecten op de structuur van mangroven?

Aan de hand van enkele waterniveausimulaties werd de huidige toestand vergeleken met een mogelijk toekomstig 'no change' scenario dat zou kunnen plaatsvinden na een tijdsspanne van circa 20 jaar; een periode waarin mangroven zich kunnen vestigen zonder drastische wijzigingen te ondergaan. De resultaten wezen uit dat slechts een minieme verandering in het hydrologisch regime reeds een effect kan vertonen op de verdeling van de propagulen binnen een bepaalde zone van een klassiek gezonde mangrovebos. Relatief geringe zeeniveauijzigingen zouden vanuit een regionaal standpunt (en voornamelijk in gebieden zonder een uitgesproken intergetijdenhelling) aanleiding kunnen geven tot aanzienlijke floristische wijzigingen.

Mangrovesoorten aanwezig in het studiegebied te Gazi bay

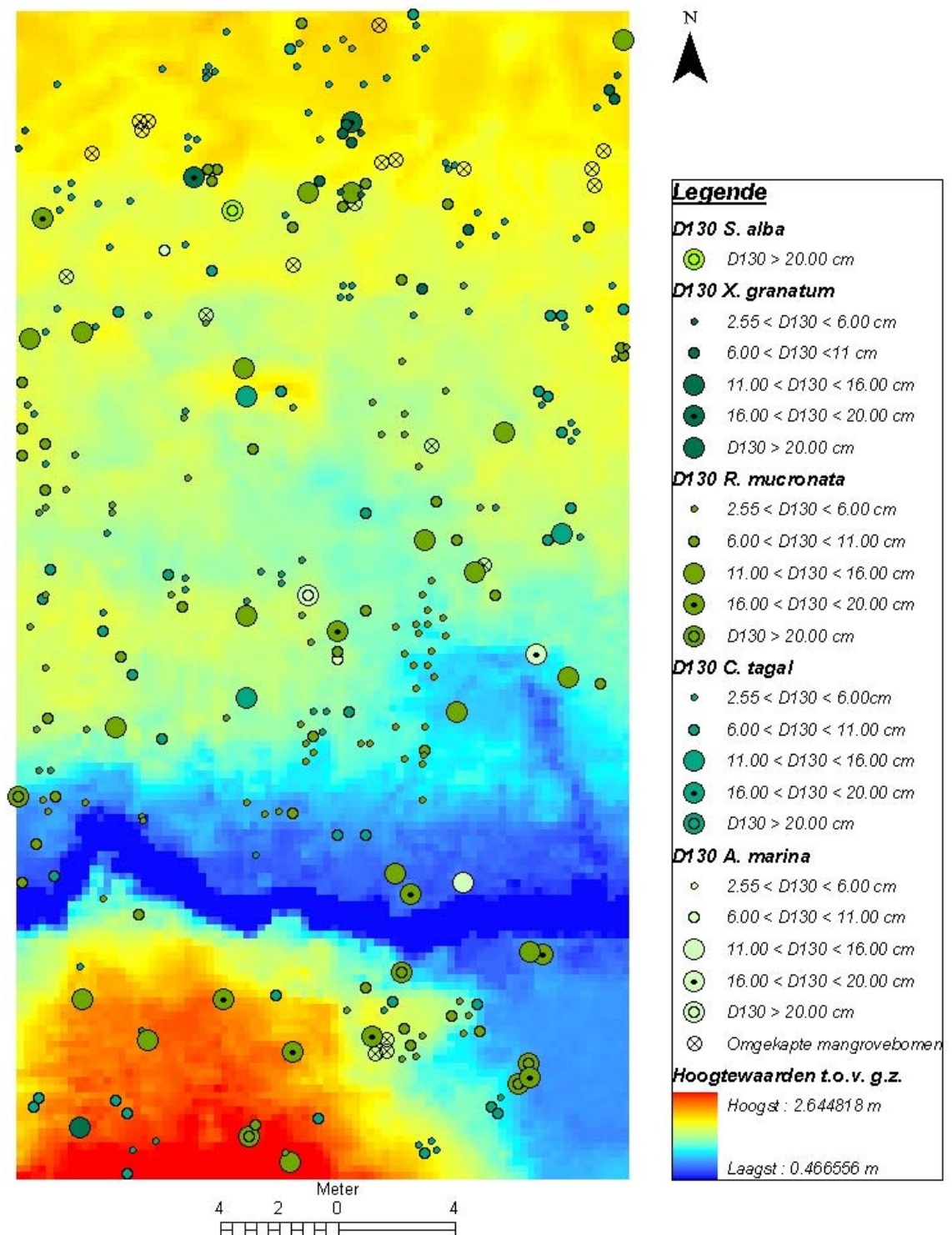


Fig. 1. Voorstelling van alle aanwezige mangrovebomen binnen het studiegebied te Gazi Bay.
De afkorting g.z. staat voor huidig gemiddeld zeeniveau.

Referenties

- Bosire J.O. 1999. Floral and faunal secondary succession in a restored mangrove system in Kenya. Msc. Ecological Marine Management (Ecomama), Vrije Universiteit Brussel, Brussels, Belgium. 89 p.
- Dahdouh-Guebas F., M. Verneirt, J. F. Tack and N. Koedam. 1997. Food preferences in *Neosarmatium meinerti* de Man (Decapoda: Sesarinae) and its possible effect on the regeneration of mangroves. *Hydrobiologia* 347:83-89.
- Dahdouh-Guebas F., M. Verneirt, J.F. Tack, D. Van Speybroeck & N. Koedam. 1998. Propagule predators in Kenyan mangroves and their possible effect on regeneration. *Marine and Freshwater Research* 49:345-350.
- Dahdouh-Guebas F. 2001. Mangrove vegetation structure dynamics and regeneration. PhD Sciences Dissertation, Vrije Universiteit Brussel, Brussels, Belgium. 317 p.
- Delgado P., P.F. Hensel, J.A. Jiménez and J.W. Day. 2001. The importance of propagule establishment and physical factors in mangrove distributional patterns in a Costa Rican estuary. *Aquatic Botany* 71:157-178.
- Duke N.C., M.C. Ball and J.C. Ellison. 1998. Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangroves. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7:27-47.
- Lee S.K., W.H. Tan & S. Havanond. 1996. Regeneration and colonisation of mangrove on clay-filled reclaimed land in Singapore. *Hydrobiologia* 319:23-35.
- Kairo J.G. 2001. Ecology and restoration of mangrove systems in Kenya. PhD dissertation, Vrije Universiteit Brussel, Brussels, Belgium.
- Palihawadene N.S. and L. Pinto. 1989. Survival of *Rhizophora mucronata* Lam. and *Ceriops tagal* (Perr.) C.B. Rob. under different environmental conditions. *The Sri Lanka Forester* 19(1/2):31-39.
- Rabinowitz D. 1978b. Dispersal properties of mangrove propagules. *Biotropica* 10(1):47-57.

AANZET TOT HET OPSTELLEN VAN DE MACROBENTHISCHE WAARDERINGSKAART VAN HET BELGISCH CONTINENTAAL PLAT

Gheerardyn Hendrik

Universiteit Gent, Vakgroep Biologie, Sectie Mariene Biologie

Krijgslaan 281/S8, B-9000 Gent

E-mail: hendrik.gheerardyn@UGent.be

Natuurbehoud op zee en de oprichting van mariene beschermde gebieden is één van de prioriteiten van het huidige Belgische Noordzeebeleid geworden. Door de dringende nood aan natuurbehoud op zee, door afbakening van mariene beschermde gebieden en een geïntegreerd kustzonebeheer, zijn kaarten met aanduiding van kwetsbare en/of waardevolle gebieden op het Belgisch Continentaal Plat (BCP) noodzakelijk geworden.

De ecologische of natuurbehoudswaarde van een bepaald gebied kan op basis van verschillende criteria geëvalueerd worden. Deze inschatting kan gebeuren aan de hand van het macrobenthos. Het macrobenthos (benthos groter dan 1 mm) wordt vaak bestudeerd als parameter voor de gezondheid van het milieu. Dit gebeurt omdat macrobenthische organismen:

1. relatief sedentair zijn en verslechterende water/sediment kwaliteit niet kunnen ontwijken,
2. relatief langlevend zijn en water/sediment kwaliteit integreren in de tijd,
3. uit verschillende soorten met verschillende toleranties voor stress bestaan (en dus kunnen ingedeeld worden in functionele groepen),
4. commercieel belangrijk zijn en een voedselbron vormen voor commercieel belangrijke soorten en
5. een belangrijke rol hebben in de uitwisseling van nutriënten en andere stoffen tussen de sedimenten en de waterkolom (Dauer, 1993).

Sinds 1994 wordt het macrobenthos over grote delen van het BCP bemonsterd en geanalyseerd in het kader van verschillende onderzoeksprojecten. Het BCP wordt gekenmerkt door verschillende zandbanksystemen waarbij de zandbanken gescheiden worden door geulen. Dit maakt van het BCP een zeer variabel en divers gebied, waar de milieu-omstandigheden sterk variëren. Onderzoek naar macrobenthische gemeenschappen en hun relatie tot omgevingsvariabelen is belangrijk om criteria vast te leggen om tot een ecologische waardering te komen. Er is tevens kennis nodig over de werking van natuurlijke en antropogene invloeden op alle componenten van deze gemeenschappen en van het mariene ecosysteem in het algemeen om kwetsbaarheid te kunnen inschatten. Met deze licentiaatsverhandeling wordt aan de hand van de opstelling van een macrobenthische waarderingskaart gepoogd een eerste wetenschappelijk antwoord te geven op de vraag vanuit het beleid naar ecologische waardering van het macrobenthos op het BCP.

Er gebeurde een 'vertaling' van de criteria waarop gesteund wordt bij het opstellen van de Biologische Waarderingskaart van België (De Blust *et al.*, 1985). De vier hoofdcriteria, namelijk zeldzaamheid, biologische kwaliteit, kwetsbaarheid en

vervangbaarheid, werden uitgewerkt en toepasbaar gemaakt voor het mariene milieu. Op basis van deze criteria kan een evaluatie gebeuren van de ecologische waarde van het macrobenthos, wat uiteindelijk resulteert in de afbakening van de ecologisch waardevolle gebieden.

Volgende criteria en deelcriteria werden besproken:

Zeldzaamheid

- Zeldzaamheid van soorten
- Zeldzaamheid van gemeenschappen en transitionele soortenassociaties

Biologische kwaliteit

- Structurele diversiteit van het macrobenthos
- Functionele rol van het macrobenthos
 - Belang van het macrobenthos als voedselbron voor hogere trofische niveaus zoals vissen en zeevogels
 - Belang van het macrobenthos als gemeenschapsstructurende factor
- Functionele diversiteit van het macrobenthos
- Niet-vervuilde versus vervuilde gebieden
 - Meten van de verontreiniging in het sediment
 - Eutrofiëring
- Habitatdiversiteit

Algemene kwetsbaarheid

- Kwetsbaarheid van het macrobenthos voor vervuilende stoffen
- Kwetsbaarheid van het macrobenthos voor fysische verstoring
- Kwetsbaarheid van de habitat

Vervangbaarheid

De besproken methodologie kon echter praktisch niet volledig uitgevoerd worden wegens de beperkingen van de huidige dataset. Er werd bijgevolg een preliminaire macrobenthische waarderingskaart van het BCP opgesteld. Hierbij werd gesteund op een aantal criteria, die op basis van de dataset van het macrobenthos van het BCP direct uitvoerbaar waren. Deze criteria zijn 'zeldzaamheid van soorten en gemeenschappen', 'structurele en functionele diversiteit van het macrobenthos', 'ruimtelijke verspreiding van *Bivalvia* (die een voedselbron zijn van de Zwarte Zee-eend)' en 'ruimtelijke verspreiding van de polychaet *Lanice conchilega*'. Voor elk criterium werden de biologisch zeer waardevolle, de biologisch waardevolle en de biologisch minder waardevolle gebieden volgens arbitraire grenzen afgebakend. De algemene waarderingskaart is een samenvatting, waarbij geprobeerd wordt de gelijkende trends van de verschillende kaarten weer te geven. Gebieden die volgens verschillende criteria steeds als biologisch zeer waardevol beschouwd worden, worden eveneens op de algemene waarderingskaart als biologisch zeer waardevol aangeduid.

De volgende gebieden worden als biologisch zeer waardevol beschouwd:

- Kustbanken: geulen Westdiep en Potje, een deel van de Broersbank, stations ten noorden en ten zuiden van de Stroombank en de geul ten noordwesten van de Wenduinebank
- Vlaamse Banken: de Middelkerkebank met de geulen rond deze zandbank en de noordflank van de Smalbank
- Zeelandbanken: de geulen ten noordwesten en ten zuidoosten van de Akkaertbank

In deze regio's worden hoge waarden voor structurele diversiteit en hoge densiteiten van *Lanice conchilega* en *Bivalvia* (die een voedselbron zijn van de Zwarte Zee-eend) gevonden. Er komen eveneens relatief veel zeldzame soorten voor. In de geulen naast de Akkaertbank zijn echter geen *Bivalvia* aanwezig of enkel in lage densiteiten. Deze waardevolle gebieden vallen samen met het verspreidingsgebied van de *Abra alba-Mysella bidentata* gemeenschap.

Zoals in de methodologie beschreven wordt, kan men zich nog op tal van andere criteria baseren om de ecologische waarde van de Belgische mariene gebieden beter te definiëren en te evalueren. Op basis van deze criteria kan een meer volledige algemene waardering worden uitgedrukt. Aan elk criterium kan een gewicht toegekend worden volgens de belangrijkheid. Het is evident dat niet alle criteria volgens een eenvoudige optelsom tot één criterium kunnen gesmeed worden. Als voor een criterium een hoge waarde wordt gevonden, moet dit ook een hogere eindwaarde voor de algemene waardering tot gevolg hebben.

Als uitbreiding van de macrobenthische waarderingskaart kunnen ook andere componenten van het ecosysteem, zoals meiobenthos, hyperbenthos, epibenthos, phyto- en zoöplankton en pelagische vissen, in rekening gebracht worden. Op basis van het macrobenthos kan echter al een eerste waardering gebeuren van de verschillende gebieden van het Belgisch Continentaal Plat.

Referenties

- Daver D.M. 1993. Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure. *Marine Pollution Bulletin* 26:249-257.
- De Blust G., A. Froment, E. Kuijken, L. Nef and R. Verheyen. 1985. Biologische Waarderingskaart van België: Algemene verklarende tekst.

DE VOORTPLANTINGSBIOLOGIE EN POPULATIEDYNAMICA VAN DE ZUIDELIJKE ZEE-OLIFANT (*MIROUNGA LEONINA* L.) TE PUNTA NORTE, PENÍNSULA VALDÉS, ARGENTINIË

Maes Evelyne

Vrije Universiteit Brussel, Onderzoeksgroep Ecotoxicologie en Polaire Ecologie
Pleinlaan 2, B-1050 Brussel
Huidig adres: J. Buedtstraat 17, B-1040 Brussel
E-mail: evelynemaes@hotmail.com

Studiegebied

Península Valdés is een gebied van onschatbare waarde inzake biodiversiteit van zeezoogdieren. Zowel de Zuidkaper als de zee-olifant en zeeleeuw komen jaar na jaar terug naar deze plaats om er hun jongen op de wereld te brengen en te paren. Het is een werelderfgoedsite en bezit meerdere plaatsen waar behoud en beheer centraal staan.

Voor de zee-olifant is deze plaats anders dan andere omwille van verschillende redenen. Zo is het een van de meest noordelijk gelegen sites waar deze dieren op land komen om te paren en te ruïen. Het is omgeven door de Patagonische plaat die ondiep is en een van de meest productieve ter wereld en het is de enige plaats waar de zuidelijke zee-olifant aan het stijgen is in totale aantal.

De zuidelijke zee-olifant

De zuidelijke zee-olifant (*Mirounga leonina* L.) behoort tot de orde van de Carnivora en tot de sub-orde van de Pinnipedia. Deze sub-orde bestaat uit 3 families: de Otariidae of geoorde robben, de Odobenidae of walrusfamilie en de Phocidae of echte robben, waartoe de zee-olifant behoort. De zuidelijke zee-olifant bezit een noordelijke tegensoort: *Mirounga angustirostris*.

Zee-olifanten zijn extreem seksueel dimorf. Het mannetje kan tot 3700 g wegen en tot 6 m lang worden, terwijl het vrouwtje slechts 600 kg kan wegen en tot 3 m lang kan worden. De zuidelijke zee-olifant is langer en zwaarder dan zijn noordelijke tegenhanger. Beide soorten zijn gekarakteriseerd door de slurfachtige en opblaasbare neus van de mannetjes. Dit is een secundair seksueel kenmerk dat de vrouwtjes niet bezitten. Het wordt in de paartijd opgeblazen en dient om de brullen van de mannetjes te versterken, wat soms voldoende kan zijn om een belager weg te jagen.

De zuidelijke zee-olifant komt voor in 3 grote stocks of voortplantingseenheden: de South Georgia stock in de Atlantische Oceaan waartoe Península Valdés behoort, de Kerguelen Island stock in de Indische Oceaan en de Macquarie Island stock in de Stille Oceaan. De eerste is de grootste (60% van het totale aantal) en tevens de enige die stabiel blijkt te zijn. De overige 2 blijken te dalen.

Er is nog niet veel geweten over het foerageergedrag van de zee-olifant, maar men vermoedt dat ze ongeveer 25% vis en 75% octopus eten. Er bestaat een seksuele segregatie in hun foerageergedrag: de mannetjes zullen de ondiepe Patagonische plaat meer benutten, terwijl de vrouwtjes eerder de diepere wateren van de Oceaan zullen opzoeken.

De zee-olifant heeft een jaarlijkse cyclus waarin 2 seizoenen op het land worden doorgebracht (een broed- en ruiseizoen) en 2 seizoenen in de oceaan. Tijdens de periode dat ze aan land zijn, zullen ze vasten. Hun energiereserves worden tijdens de trips in de oceaan weer opgevuld.

Het broedseizoen vindt plaats in de zuidelijke zomer en start in Península Valdés op het einde van augustus wanneer de zwangere vrouwtjes beginnen aan te komen. De polygame mannetjes zullen in het begin van deze maand al aanwezig zijn op land om de sociale hiërarchie te bepalen. Dit gebeurt via bloederige gevechten waarbij de sterkste de hoogste rang (alfamannetje) krijgt en zo onbeperkte toegang heeft tot de groep vrouwtjes of harem. Deze rangorde kan wijzigen gedurende het broedseizoen. Mannetjes van lagere rang zullen plaats nemen aan de uiteinden van de harems en hun kans afwachten om met de vrouwtjes te paren zonder opgemerkt te worden door de alfaman. De zwangere vrouwtjes blijven een gemiddelde van 6 dagen op het land alvorens hun pup te krijgen, waarna de pup voor een gemiddelde periode van 22 dagen gezoogd zal worden. De laatste 2 dagen zal het vrouwtje willen paren en daarna trekt ze weer de zee in. De vrouwtjes blijven dus ongeveer een maand aan land, terwijl de mannetjes daar tot 3 keer zolang kunnen blijven.

Doel van de studie

Het doel van deze studie was een algemeen beeld te verkrijgen van het voortplantingsseizoen van de zee-olifant te Punta Norte. Tevens werd een vergelijking gemaakt met een meer zuidelijk gelegen kolonie van Península Valdés en met data van dezelfde kolonie uit 1979. De ethologische studie had als doel de activiteit van een alfamannetje te linken met andere factoren als uur van de dag, periode in het seizoen en sociale parameters als hoge verspreidingsgraad van de vrouwtjes. Ten laatste werd ook gestreefd naar een alternatieve en ethisch verantwoorde identificatiemethode die ervoor zorgt dat de dieren zo min mogelijk gestoord worden.

Resultaten en discussie

Foto-identificatie

In verscheidene onderzoeken betreffende plaatsgetrouwheid, levenshistorie, overlevingskans, vruchtbaarheid en dergelijke is het identificeren van de dieren van groot belang. Bij de zee-olifant werd dit voorheen meestal gedaan aan de hand van plastieken etiketten en brandmerken. Aangezien de zee-olifanten gedurende de totale periode op land vasten, is het noodzakelijk dat ze zo weinig mogelijk energie verbruiken. Het aanbrengen van de merktekens dwingt ze om het tegenovergestelde te

doen en zich te verplaatsen. Soms kan het zelfs leiden tot de scheiding van de moeder en haar jong.

Een alternatieve methode werd gezocht om deze nadelen te omzeilen en toch een consistente manier van identificeren te voorzien. Er werden digitale foto's genomen van de natuurlijke littekens die de mannetjes tijdens de vele gevechten oplopen en zo werd een catalogus opgebouwd. De foto's werden genomen vanop een redelijke afstand die garandeerde dat de dieren niet gestoord werden en tevens goede resultaten leverde. In totaal werden er 18 mannetjes geïdentificeerd volgens deze niet-invasieve methode. Verder onderzoek moet hier uitwijzen hoe consistent deze methode is en of het vrij drastisch ruiproces waar samen met de pels delen van de huid worden afgescheiden, de littekens wijzigt of niet.

Ethologie

Eén alfamannetje werd gedurende het volledige broedseizoen geobserveerd. Doel van deze studie was het vaststellen of de hoge verspreidingsgraad van de vrouwtjes op het land dat kenmerkend is voor de kolonies van Península Valdés een invloed had op het gedrag van de alfamannetjes.

In totaal werd er 125 uur geobserveerd, gespreid over een periode van 44 dagen.

Activiteit werd gedefinieerd als alles behalve slapen: waakzaamheid, het afschrikken van andere mannetjes (brullen, weggagen of vechten; het samendrijven van de vrouwtjes werd ook in deze categorie geklasseerd) of copuleren. De studie gaf als resultaat een algemeen beeld van de tijdsbesteding van de mannetjes.

Er werd opgemerkt dat de activiteit 's morgens en 's avonds een maximum bereikte. 's Middags zijn de temperaturen waarschijnlijk te hoog en aangezien zee-olifanten ontvankelijk zijn voor oververhitting, lijkt het dat ze zich zo stil mogelijk houden wanneer het te warm wordt.

De activiteit werd opgedeeld in verschillende klassen en zo konden er tijdens het broedseizoen verschillende periodes onderscheiden worden. In een polygaam systeem zoals dat van de zee-olifant hebben de mannetjes er geen voordeel bij wanneer de vrouwtjes verspreid liggen, want hoe meer vrouwtjes per harem, hoe meer ze kunnen bevruchten. De mannetjes van Punta Norte losten dit probleem op door in het begin van het broedseizoen de vrouwtjes samen te drijven in grote groepen (harems). Tijdens de laatste periodes van het broedseizoen spendeerde het alfamannetje het meeste van zijn tijd aan het paren met verschillende vrouwtjes. Andere studies naar de zuidelijke zee-olifant wijzen hetzelfde uit.

Voortplantingsbiologie

Broedseizoen

Er werden dagelijks tellingen gedaan van beide gebieden te Punta Norte, waarbij elke leeftijdsklasse werd genoteerd: vrouwtjes, volwassen mannetjes (alfa of perifeeraal), subadulte mannetjes, juveniele mannetjes, zogende pups, gespeende pups en

jaarlingen. Deze tellingen gaven de evolutie van het aantal individuen per klasse gedurende het broedseizoen.

Het aantal vrouwtjes steeg vanaf het begin van september en bereikte een piek in de eerste week van oktober. Na deze piek, daalde het aantal omdat meer vrouwtjes het strand verlieten dan dat er aankwamen. Op het einde van oktober hadden bijna alle vrouwtjes het strand verlaten.

Het aantal mannetjes bleef ongeveer een constante gedurende het gehele broedseizoen. De evolutie van het aantal zogende pups toonde aan dat een vrouwtje gemiddeld 6 dagen na haar aankomst bevalt. Het aantal gespeende pups stijgt vanaf het begin van oktober, wanneer er dus meer en meer vrouwtjes het land verlaten. De verkregen resultaten zijn dezelfde als die van studies naar de zee-olifant op andere plaatsen inzake de algemene structuur en evolutie van het broedseizoen. Het enige verschil is dat de datum wanneer het maximale aantal vrouwtjes op land 2 tot 3 weken vroeger gebeurt te Península Valdés dan op andere, meer zuidelijk gelegen plaatsen.

Haremstructuur

De sex ratio van een harem (het aantal vrouwtjes per alfamannetje) wordt groter naarmate het broedseizoen vordert. Dit is te verklaren doordat vanaf het begin van oktober het aantal vrouwtjes begint af te nemen en het aantal mannetjes een constante waarde blijft. Deze sex ratio was beduidend kleiner dan andere kolonies.

Er werd eveneens een telling gedaan in één van de meest zuidelijk gelegen kolonies van het schiereiland: Punta Delgada. De harems zijn hier veel groter en een duidelijke relatie tussen het aantal perifere mannetjes en haremhoogte kon aangetoond worden. Dit komt doordat wanneer het aantal vrouwtjes te groot wordt, het voor het alfamannetje te vermoeiend wordt om alle vrouwtjes in het oog te houden. De perifere mannetjes maken hier gebruik van door bij de grootste harems te gaan liggen.

We merken op dat er in Punta Delgada, waar zandstranden zijn, tot 5 keer zoveel vrouwtjes per harem aanwezig zijn dan in Punta Norte waar de ondergrond uit kleine steentjes bestaat.

Het lage aantal vrouwtjes te Península Valdés is te wijten aan de lage koloniegrootte en de overvloed aan beschikbaar habitat in vergelijking met andere kolonies. Dit resulteert in een lage dichtheid wat op zijn beurt een invloed heeft op de lage mortaliteit van de zogende pups. Op overbevolkte stranden is deze veel hoger door de passerende mannetjes die niet uitwijken en de pups op hun weg verpletteren of scheiden van hun moeder zodat ze verhongeren. Op stranden met een lage dichtheid is de mortaliteit van de pups meestal enkel het gevolg van het feit dat ze doodgeboren worden.

Populatiodynamica

De resultaten van de tellingen te Punta Norte werden vergeleken met tellingen van exact dezelfde gebieden in 1979. Bij de vrouwtjes kan een daling van 48% opgemerkt worden. Een statistische test wees uit dat de algemene structuur inzake datum van aankomst, piek en vertrek niet gewijzigd was en dat het enige verschil tussen beide jaren puur numeriek was. De daling van de mannetjes bleek nog groter te zijn, namelijk 58%.

Deze daling is het gevolg van een migratie van de dieren naar het zuidelijke deel van het schiereiland en is klaarblijkelijk contradictorisch met de algehele stijging van het aantal zee-olifanten op de totale oppervlakte van Península Valdés.

Deze verschuiving van het noorden naar het zuiden wordt verklaard door verschillende hypothesen:

Habitat

De zuidelijke zee-olifant is ontvankelijk voor oververhitting. Het is geweten dat een zandige ondergrond betere thermoregulatorische kenmerken heeft dan kiezelstranden en aangezien in het zuiden de stranden uit zand bestaan en in het noorden uit kiezels, stelt deze hypothese dat door een temperatuursverhoging, de zee-olifanten gedwongen werden om naar het zuiden te migreren juist om die hoge temperaturen beter te verdragen.

Beschikbaarheid van voedsel

Península Valdés is tegenwoordig de enige plaats op het zuidelijk halfrond waar de zee-olifanten in totale aantal aan het stijgen zijn. Andere kolonies dalen in aantal of blijken stabiel. De belangrijkste reden hiervoor wijt men aan de beschikbaarheid van voedsel. Een verandering in deze factor zou de herdistributie op het schiereiland kunnen verklaren. Aangezien er een verschil in daling tussen de mannetjes en de vrouwtjes opgemerkt wordt, wordt ervan uitgegaan dat dit het gevolg is van de seksuele segregatie in hun foerageergedrag. Een verandering in de voedselbronnen door ofwel de commerciële visvangst ofwel de veranderingen in het milieu zou leiden tot dit verschil in daling.

Het is geweten dat de visvangst een invloed heeft op de beschikbaarheid van voedsel van de toppredatoren en verschillende voorbeelden zijn bekend waarin een prooi van de zee-olifant overbevestigd wordt of zelfs illegaal bevestigd wordt. Een overmaat aan vangsten zou kunnen geleid hebben tot de daling van een prooi-soort waardoor de zee-olifant misschien gedwongen werd zijn voedsel meer zuidelijk te zoeken. Het zou hierdoor te energieverspillend zijn om terug naar het noordelijke punt van Península Valdés te keren en de meeste dieren zouden dan naar het zuidelijke deel gaan om hun pups te krijgen en te paren. Enkel de sterkste dieren zouden het noorden bereiken.

Hetzelfde patroon kan uitgelegd worden aan de hand van veranderingen in het milieu. El Niño is het terugkerend fenomeen waarbij warme wateren in de gewoonlijk koude opwellingsregio's langs de kust van Peru voorkomen wat leidt tot de verstoring van lokale vis- en vogelpopulaties. Een ernstige El Niño kan zorgen voor verstoringen van de ecosystemen in alle continenten. Het kan een invloed hebben op de verspreiding van de prooi-soorten in de Atlantische Oceaan, wat na de zeer zware El Niño van 1982-1983 geobserveerd werd door een verandering in het foerageergedrag van zeevogels en robben. Net als bij de commerciële visvangst kan de El Niño ervoor gezorgd hebben dat de zee-olifant meer zuidelijk moest foerageren, wat geleid zou kunnen hebben tot de herdistributie te Península Valdés.

Conclusie

Península Valdés is de enige locatie waar het aantal zee-olifanten stijgt. Desondanks grijpt er een herdistributie plaats van het noordelijke naar het zuidelijke deel van het schiereiland. De resultaten van de studie van de meest noordelijk gelegen kolonie van het Península, namelijk Punta Norte wijzen uit dat de daling in het noorden nog steeds plaatsvindt en dat de mannetjes iets sneller dalen dan de vrouwtjes. Dit zou verklaard kunnen worden door hun verschillen in foerageergedrag, zodat een verandering in hun voedselgebieden de meest geloofwaardige hypothese blijkt. Zowel de commerciële visvangst als El Niño zou tot deze verandering geleid kunnen hebben. Een andere verklaring zou te maken hebben met een verhoging in temperatuur wat de dieren zou dwingen tot een verandering van ondergrond, van kiezel- naar zandstranden.

De migratie naar het zuidelijke deel van het Península laat ons zien dat onderzoek naar de voortplantings- en gedragsbiologie uitermate belangrijk zijn. De zee-olifanten van Península Valdés zijn uniek aangezien ze de enige zijn die stijgen in aantal en omdat men ervan uitgaat dat dit een vrij geïsoleerde kolonie is. Als de commerciële visvangst inderdaad een reden is voor hun daling in het noorden, zou hier zeker en vast meer onderzoek naar verricht moeten worden en zal deze industrie misschien gecontroleerd moeten worden inzake de nadelige effecten op deze enige kolonie die niet daalt te behouden. Ook al is de zee-olifant een immens bestudeerde diersoort, toch is er nog slechts zeer weinig geweten over het gedrag op zee en dieet, ook al kan deze kennis leiden tot het beter begrijpen van de processen die een invloed hebben op deze diersoort.

ASSESSMENT OF THE SUSTAINABILITY OF A COMMUNITY BASED ECOTOURISTIC PROJECT AND AN INTRODUCTION (OR PRELIMINARY RESEARCH) TO ITS ECOLOGICAL FOOTPRINT, IN MANGROVE AREAS OF PAMBALA, SRI LANKA

Meert Ivy

Vrije Universiteit Brussel, Laboratorium voor Algemene Plantkunde en Natuurbeheer
Pleinlaan 2, B-1050 Brussel
Huidig adres: Jan Bijlstraat 40, B-9300 Aalst
E-mail: imeert@hotmail.com

SFFL is de afkorting voor 'Small Fishers Federation of Sri Lanka' (Kleinschalige Visserij Federatie van Sri Lanka) en is een kleinschalige NGO (Niet-gouvernementele Organisatie), dat in het dorpje Pambala, aan de westkust van Sri Lanka, gevestigd is. Deze organisatie broedt op plannen om gemeenschapsgebaseerd ecotoerisme te introduceren in de mangroven van Pambala. Deze thesis was tot stand gekomen op aanvraag van SFFL, geeft een synthese weer van ecotoerismeonderzoek in het algemeen en houdt ook een specifieke studie van natuurlijke en toeristische gebieden en projecten in Sri Lanka in, die gedaan werd met behulp van uiteenlopende methodes.

In het literatuuroverzicht worden de volgende punten belicht: het debat over de definiëring van ecotoerisme en duurzame ontwikkeling, mogelijke duurzame beheersstrategieën voor natuurgebieden, hoe het bezoekersgebruik van natuurgebieden kan beheerd worden, de belangrijkheid en voorbeelden van omgevingsimpactmetingen, toerismestatistieken, het natuurbeschermingsbeleid van Sri Lanka en een beschrijving van de natuur- en toeristische gebieden en projecten die onderhevig gesteld waren aan onderzoek voor deze thesis.

Het praktische deel geeft een analyse van bestaande natuur- en /of ecotoeristische projecten in Sri Lanka, op basis van interviews, gedragswaarnemingen van vogels en impactobservaties. Met de bedoeling dat er uiteindelijk mogelijkheden kunnen worden geschetst voor ecotoerisme in Pambala. Toeristen en mensen die werken in reisbureaus in België werden geïnterviewd om een idee te krijgen over het marktpotentieel van ecotoerisme in mangroven. Inwoners van Pambala werden geïnterviewd om een idee te krijgen over de mogelijkheid van natuurbeheer en ecotoerisme in samenwerking met hen. Impactmetingen werden ook gedaan, vooral het gedrag van vogels werd bestudeerd ten opzichte van passerende boten. De informatie die hieruit voortvloeit, kan bijdragen tot de berekening van de ecologische voetafdruk van ecotoerisme.

Dit onderzoek was te beperkt om conclusies te kunnen trekken over duurzaamheid. Het concept 'ecologische voetafdruk' moet verder uitgediept worden om de duurzaamheid van ecotoerisme in Pambala in de brede zin te kunnen inschatten.

EEN EVALUATIE IN HET VELD VAN METALLOTHIONEÏNE ALS BIOMERKER VOOR BLOOTSTELLING AAN METALEN: DE EFFECTEN VAN ENERGIERESERVES EN CONDITIE

Said Mohammed Omar

Vrije Universiteit Brussel, Ecological Marine Management Programme
Pleinlaan 2, B-1050 Brussel
E-mail: ecomama@vub.ac.be

Stalen van *Mytilus edulis* werden verzameld op drie locaties in de Westerschelde langs een pollutiegradiënt, en op één locatie in de Oosterschelde als controle. De conditie index van de mosselen werd bepaald op basis van het drooggewicht van het weefsel en de schelpparameters (i.e. lengte, hoogte, breedte en gewicht). Energiereserves (proteïnen, lipiden en glycogeen), de concentraties aan zware metalen (Al, Cd, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ag, Pb) en de metallothioneïne (MT) niveaus in de zachte weefsels werden gemeten. Tussen de verschillende locaties werden geen significante verschillen in energiereserves gedetecteerd.

De metaalconcentraties in het weefsel verschilden significant tussen de locaties, en volgden de gradiënt Hansweert > Borssele > Westkapelle > Wemeldinge ($p < 0,05$), behalve voor Cu en Al. Zowel conditie als MT-concentraties vertoonden dezelfde gradiënt als de metalen, en verschilden significant tussen de locaties volgens de trend Hansweert > Borssele = Wemeldinge > Westkapelle ($p < 0,05$). Individuen van de controle-site (Wemeldinge) vertoonden onverwacht hoge MT-niveaus.

Verdere analyse toonde aan dat er een significant verschil in MT-inductie bestaat tussen organismen van de Westerschelde en de Oosterschelde, en de inductie van MT in de Westerschelde wordt schijnbaar beïnvloed door conditie. Er werd geconcludeerd dat de inductie van MT niet alleen afhangt van de metaalconcentraties, maar ook door andere factoren kan worden beïnvloed, zoals, in ons geval, door de conditie van het organisme.

KOPPELING VAN KOOLSTOF- EN STIKSTOFMETABOLISME VAN ALGEN EN BACTERIËN IN EEN ESTUARIËN PELAGISCH ECOSYSTEEM: BEPALEN DOOR MODELLEREN VAN EEN PULSE-CHASE EXPERIMENT MET ¹³C-LABELLING

Van den Meersche Karel

Universiteit Gent, Vakgroep Biologie, Afdeling Mariene Biologie
Krijgslaan 281/S8, B-9000 Gent
Huidig adres: Oude Torenstraat 39, NL-4401 EH Yerseke
E-mail: k.vdmeersche@nioo.knaw.nl

Initiële doelstelling

De dynamiek van algen en bacteriën is sterk gekoppeld (e.g. Ducklow *et al.*, 1993; Goosen *et al.*, 1997; Barbosa *et al.* 2001). Hoe dit gebeurt is het onderwerp van studie van deze thesis. Doelstelling was het onderzoeken van de resultaten van een pulse-chase experiment, waarbij ¹³C-gelabeld DIC werd toegevoegd aan een batchcultuur. Met behulp van een computersimulatie kan inzicht verworven worden in de link tussen fytoplankton en bacteriëngroei en het belang van de microbiële loop in aquatische ecosystemen, in casu een estuarien ecosysteem met input van hoge nutriëntenladingen. Daartoe werd een dynamisch model geïmplementeerd dat de dynamiek van fytoplankton, zooplankton, bacteriën en anorganische en organische opgeloste materie beschrijft in een systeem met open koolstof- en energiebalans en gesloten stikstofbalans.

Door fitten van het model aan experimentele data kunnen koolstof- en stikstofluxen tussen de verschillende compartimenten gekwantificeerd worden.

Methoden

Voorafgaand aan deze thesis werd door NIOO-CEME een ¹³C-pulse-chase experiment uitgevoerd in 80 liter-vaten gevuld met waterstalen uit het Randers Fjord Estuarium in Denemarken. Van twee replicaten werden concentraties gemeten van particulier en opgelost organisch materiaal (POM en DOM), anorganische koolstof, stikstof en fosfor, algen- en bacteriële PLFA (polar-lipid derived fatty acids), en pigmenten. Over een periode van 10 dagen werden dagelijkse metingen uitgevoerd. Incorporatie van ¹³C in fytoplankton en bacteriële biomassa werd gekwantificeerd door koolstofisotopenanalyse van specifieke PLFA's.

Preliminaire analyse van de gegevens toonde aan dat traditionele modellen, waarbij de ecosysteem componenten met constante stoichiometrie (i.c. C:N ratio) beschreven worden, niet in staat zijn om de experimenten accuraat te beschrijven. Daarom werd een dynamisch model met een gekoppelde koolstof- en stikstofcyclus geïmplementeerd en gefit aan de data. Dit model is in essentie een combinatie van een ongebalanceerd groeimodel voor algen (Tett, 1998) en een gebalanceerd groeimodel voor bacteriën

(Anderson & Williams, 1998), uitgebreid met gekoppelde ^{13}C -dynamiek. Het model omvat een expliciete beschrijving van N en C in algen, bacteriële biomassa (vaste C:N ratio), opgelost organisch materiaal (C en N in labiel en semi-labiel materiaal), C en N in detritus, zooplankton (vaste C:N ratio), nitraat, ammonium en opgeloste inorganische koolstof. Voor iedere koolstof pool werd ook een ^{13}C pool beschreven.

Fitten van het model aan de data gebeurde manueel door aanpassen van een aantal kritische parameters, waarbij is getracht om zoveel mogelijk originele parameterwaarden te houden. Door de sterke koppeling tussen de processen is de moeilijkheid hierbij dat vaak een betere fit van een bepaalde observatie ten koste gaat van een slechtere fit van een andere.

Resultaten

Drie fasen konden dankzij het model worden onderscheiden, met telkens sterk verschillende chemische condities voor de algengroei.

In de eerste vier dagen van het experiment werd een fytoplanktonbloei waargenomen, die beëindigd werd door uitputting van nutriënten. In deze fase was de bacteriële groei sterk gelimiteerd door de beschikbaarheid van opgeloste organische koolstof. Na de bloeifase werd de koolstof- en stikstofopname door algen ontkoppeld. In deze ongebalanceerde groeifase gaat de koolstofopname door algen door, maar de stikstofopname stagneert. Bijgevolg nam de C:N ratio van de algen sterk toe. Tegelijk begonnen de DOC-concentratie en de bacteriële biomassa te stijgen. In de laatste, stationaire fase stagneert ook de koolstofopname van de algen en hun biomassa neemt af. In deze derde fase is de microbiële loop dominant.

De uitkomsten van het model toonden verder aan dat onder nutriëntenlimitatie van de algengroei, een overconsumptie van anorganische koolstof gecompenseerd werd door een verhoogde exudatie van DOC (Tabel I): van 2.5% van de bruto primaire productie in de exponentiële fase over 13% in de ongebalanceerde groeifase naar 65% in de eindfase. Dit geëxudeerde DOC bleek de voornaamste koolstofbron voor bacteriën (Tabel II), belangrijker dan DOC geproduceerd door heterotrofe mechanismen: 44% in de bloeifase en 60% in de post-bloeifasen. Slechts een klein deel van deze koolstof kwam terecht in hogere trofische niveaus; het grootste deel werd gerespireerd door de bacteriën (ongeveer 80%).

Tabel I. Phytoplankton primaire productie en effluxen

	Bloom	Intermediate	Nutrient limited
gross PP (mmolC/m³/d)	118.3	263.7	51.3
>growth	98.8	186.5	-21.4
>respiration	13.0	30.7	9.4
>grazing & mortality	4.1	17.8	29.9
>DOC exudation	2.5	28.8	33.3
N uptake (mmolN/m³/d)	15.3	0.6	0.0
>growth	14.3	-1.1	-2.1
>grazing & mortality	0.6	1.6	2.1
>DON exudation	0.3	0.01	0.00

Tabel II. Karakteristieken van de bacteriële loop. Snelheden in mmol C m⁻³ d⁻¹ en mmol N m⁻³ d⁻¹

	Bloom	Intermediate	Nutrient limited
DOC production	5.80	48.00	59.95
By exudation	2.54	28.75	33.29
By heterotrophic mechanisms	3.26	19.25	26.65
DOC uptake	7.18	30.21	59.75
Bacterial growth	1.36	5.74	11.35
DON production	0.84	1.64	2.30
By exudation	0.31	0.01	0.00
By heterotrophic mechanisms	0.53	1.63	2.30
DON uptake	0.91	1.48	2.23
Bacterial growth	0.27	1.13	2.23

Referenties

- Anderson T.R., Williams P.J. le B. 1998. Modelling the seasonal cycle of dissolved organic carbon at station E₁ in the English Channel. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 46, 93-109
- Barbosa A.B., H.M. Galvao, P.A. Mendes, X.A. Alvarez-Salgado, F.G. Figueiras and L. Joint. 2001. Short-term variability of heterotrophic bacterioplankton during upwelling off the NW Iberian margin. *Progress in Oceanography* 51:339-359.
- Ducklow H.W., D.L. Kirchmann, H.L. Quinby *et al.* 1993. Stocks and dynamics of bacterioplankton carbon during the spring bloom in the Eastern Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research II* 40(1-2):245-263.
- Goosen N.K., P. van Rijswijk, J. Kromkamp and J. Peene. 1997. Regulation of annual variation in heterotrophic bacterial production in the Schelde estuary (SW Netherlands). *Aquatic Microbial Ecology* 12(3):223-232.
- Tett P. 1998. Parameterising a microplankton model. Department of Biological Sciences, Napier University, Report ISBN 0 902703 60 9. 60p.

AKOESTISCHE EN SEDIMENTOLOGISCHE KARAKTERISERING VAN ZAND-SLIB MENGSELS IN DE BELGISCHE KUSTNABIJE ZONE

Van Nieuwenhove Bart

Universiteit Gent, Renard Centre of Marine Geology
Krijgslaan 281/S8, B-9000 Gent
Huidig adres: Steenweg 48, B-9661 Brakel
E-mail: bartparike@hotmail.com

De voorgelegde studie legt zich hoofdzakelijk toe op een eerste validatie en evaluatie van enkele geo-akoestische zeebodemclassificatietechnieken in zand-slib gedomineerde gebieden gelegen op het Belgisch continentaal plat. De studietone omvat 2 grote onderzoeksgebieden: het eerste gebied is gelegen op de Wenduinebank terwijl de andere zone gesitueerd is rond de 'Pas van het Zand'.

In een ruimer kader sluit de studie aan bij de objectieven van het onderzoeksproject MAREBASSE (*'Management, Research and Budgetting of Aggregates in Shelf Seas related to End-users'*). Hierin wordt getracht een integraal kader op te zetten inzake de studie van mariene sedimenten, de mogelijke gevolgen van antropogene activiteiten (zowel op het leefmilieu, sedimentatie en aggregatenwinning). Een belangrijk aspect in het MAREBASSE project beslaat dan ook de uitvoering en realisatie van een ondubbelzinnige akoestische zeebodemclassificatie en dit voor de verschillende aanwezige sedimenttypes langs het Belgisch continentaal plat. Dit alles gebeurt ondermeer door het aanwenden van geo-akoestische classificatietechnieken op basis van akoestische golven. Deze akoestische signalen bereiken de zeebodem, worden gereflecteerd en de ontstane 'backscatter' signalen kunnen worden gedetecteerd. De sonarsystemen kunnen in het algemeen worden onderverdeeld in drie categorieën: single-beam, multibeam en side-scan sonar. Het grote verschil tussen deze drie technieken betreft het type van uitgezonden signaal en de respectievelijke respons.

Het verkregen side-scan sonar beeld wordt gebruikt om de bestaande morfologische en sedimentaire vormen in beeld te brengen en te benoemen. De interpretatie van deze verkregen akoestische lijnen gebeurt aan de hand van een gestandaardiseerde side-scan sonar interpretatietabel opgesteld voor het HABITAT project. De onderverdeling zelf gebeurt op basis van akoestische facies waarbij elk faciës een typische 'backscatter' waarde, textuur en patroon heeft.

De multibeamdata levert naast een driedimensionale bathymetrische kaart ook een mogelijke bodemsedimentkaart. In deze studie is de hoeveelheid gereflecteerde energie belangrijk. Als de invallende akoestische signalen reflecteren op de zeebodem wordt de aard, richting en kwaliteit bepaald door de samenstelling, compactie en andere eigenschappen van de bodem. Op deze manier moet het mogelijk zijn om een geconsolideerde en niet-geconsolideerde bodem, een zandige en een meer kleiige bodem, een schelprijke of slibrijke bodem van elkaar te onderscheiden. Aan de hand van deze 'backscatter' waarden kan de zeebodem worden onderverdeeld in verschillende homogene gebieden.

In het algemeen gelden de volgende regels voor de hoeveelheid gereflecteerde energie bij invallende akoestische signalen: een meer compacte bodem zorgt voor een grotere reflectiviteit van de stralen terwijl een zeer losse bodem eerder aanleiding geeft tot een

grotere absorptie. Hoe groter de korrelgrootte, hoe meer energie er terugkeert naar het wateroppervlak. Zeer fijne sedimenten zoals slibrijke gebieden absorberen een groot deel van het akoestisch signaal waardoor slechts een kleine hoeveelheid energie het wateroppervlak kan bereiken.

Een laatste akoestische classificatie kan aangemaakt worden met behulp van de single-beam echosounder. Het RoxAnn systeem baseert zich op deze technologie en is ontworpen om de verschillende lagen te detecteren op basis van hun akoestische reflectiviteitswaarden. De RoxAnn software levert een tweetal parameters op die de basis kunnen vormen van een empirische zeebodemclassificatie. De parameter E1 ('roughness') is een maat voor de 'ruwheid' van de bodem en is een indicator voor de textuur van het materiaal op de zeebodem. Lage waarden duiden op een morfologisch vlakke bodem met weinig of geen structuren; hoge waarden belichten onregelmatige bodems met een overwegend grove textuur. De tweede parameter E2 is beschreven als een maat voor de 'hardheid' ('hardness') of de akoestische impedantie. De mate waarin geluid geabsorbeerd of gereflecteerd wordt door de zeebodem hangt af van de hardheid: harde oppervlakken produceren een sterkere echo terwijl zachte oppervlakken een zwakker signaal leveren.

Al deze meet- en classificatiemethoden werden nog eens gevalideerd en vergeleken met de resultaten van een andere classificatietechniek. Het betrof hier de MEDUSA metingen dewelke zich baseren op onder andere de aanwezigheid van een aantal natuurlijk voorkomende radioactieve stoffen in het sediment en van een aantal typische zeldzame elementen. Daarnaast bevindt er zich ook een sensor die het geluid registreert dewelke het apparaat maakt wanneer het over de zeebodem schuurt. Aldus kunnen vier types kaarten worden voorgesteld die elk gebruik maken van de parameters: diepte, bodemruwheid, korrelgrootte en slibgehalte.

Niettegenstaande de behaalde classificaties, moet de ware natuur van de klassen worden geverifieerd door het nemen van sedimentstalen in de nieuw afgebakende zones. Het tijdsinterval tussen de akoestische opnames en de staalnames moet zo klein mogelijk worden gehouden opdat de stalen representatief zijn voor de natuur en samenstelling van de zeebodem op het moment van de classificatie. De 'ground-truthing' gebeurt zowel vanuit een visuele als een granulometrische gedetailleerde benadering van de genomen stalen. Deze 'ground-truthing' kan verricht worden door het nemen van een drietal verschillende staalnametechnieken: 'Van Veen', 'Reineck' en 'boxcorer'.

Er moet wel nog vrij veel onderzoek verricht worden naar de relatie tussen akoestische zeebodemclassificatie en de eigenlijke aard van de zeebodemsedimenten. Uit eerder onderzoek blijkt duidelijk, hoewel er niet steeds een sterke correlatie kan teruggevonden worden, dat er toch een aantal algemene trends aanwezig zijn. Er bestaat eveneens een sterk vermoeden dat de penetratiediepte van de akoestische geluidsgolven slechts zeer miniem is. Absorptie is immers frequentiegevoelig en het filtert progressief de hogere frequenties uit het signaal. Omwille van de gebruikte hoge frequenties bij de akoestische classificaties, zullen de zeebodemklassen vermoedelijk slechts het dunne toplaagje van het sediment vertegenwoordigen. Het voordeel is wel, in vergelijking met lagere frequenties (die dieper kunnen penetreren in het sediment), dat de resolutie van

het 'backscatter' signaal voldoende groot is om de microstructuren, die op de zeebodem aanwezig zijn, te kunnen onderscheiden en benoemen.

Met het oog op de studie van zand-slib gedomineerde gebieden wordt de studie toegespitst op twee morfologisch verschillende milieus: het gebied rond de Wenduinebank en de 'Pas van het Zand'.

De Wenduinebank is een zandbank die gelegen is tussen Oostende en Zeebrugge. Dit gebied wordt gekenmerkt door het voorkomen van hoofdzakelijk zand met her en der slibrijke afzettingen. De ondiepe ligging van de zeebodem in dit gebied heeft een aantal nefaste gevolgen voor de acquisitie van de akoestische data en dit in hoofdzaak voor de kwaliteit van de single-beam en multibeam data. De acquisitie van betrouwbare en reële single-beam waarden verliep zelfs helemaal fout waardoor er geen classificatie mogelijk was op basis van de RoxAnn parameters. De verschillende akoestische klassen die kunnen opgesteld worden na interpretatie van de side-scan sonar beelden (onderverdeling in akoestische facies) worden getoetst en vergeleken met de akoestische klassen gedefinieerd op basis van de multibeam opnames. Er worden dan ook respectievelijk 5 akoestische klassen en 7 verschillende akoestische facies herkend. Opvallend is dat het voorkomen van elk akoestisch faciës dikwijls verspreid wordt over een groot aantal klassen. Niettegenstaande kunnen uit de bekomen classificaties, aangemaakte grafieken en tabellen enkele typische kenmerken afgeleid worden: in sommige gevallen kan immers een sterke correlatie teruggevonden worden tussen de verschillende akoestische classificaties. Als sommige akoestische klassen (op basis van de multibeam opnames) met hun respectievelijk overeenkomstige side-scan sonar beelden vergeleken worden, dan valt het ook op dat de ene klasse een relatief hogere 'backscatter' waarde bezit dan een andere akoestische klasse. Bij andere akoestische klassen kunnen soms geen duidelijke trends worden afgeleid, hetgeen een aantal redenen kan hebben: het voorkomen van de respectievelijke akoestische zones is te klein om een éénduidige classificatie en correlatie aan te maken, de acquisitie van de akoestische data gebeurde niet altijd even kwaliteitsvol, de interpretatie van de onderzoeker verliep moeilijk,...

Het tweede onderzoeksgebied situeerde zich rond de toegangsheuvel naar de haven van Zeebrugge, de 'Pas van het Zand'. In deze zone wordt hoofdzakelijk de nadruk gelegd op het aanwezige slib met zijn typische eigenschappen. Het belangrijkste probleem vormt de dichtheid van het sediment. De penetratie van de akoestische signalen is veel minder bij een grotere dichtheid van het sediment dan in vergelijking met los gepakt materiaal. Gezien deze probleemstelling was het dan ook van primordiaal belang gedetailleerde staalnames uit te voeren met aandacht voor interne gelaagdheden en hun typische kenmerken.

De akoestische zeebodemclassificatie met behulp van de 'backscatter' waarden van de multibeam opnames, gebeurt met behulp van 4 akoestische klassen. Met behulp van de gestandaardiseerde side-scan sonar interpretatietabel kan er een gedetailleerde akoestische classificatie worden opgesteld op basis van 7 verschillende facies. Het sterk dynamische milieu dewelke typisch is voor de nabijheid van de vaargeul en de aanwezige baggeractiviteit geven aanleiding tot een aantal opmerkelijke zones.

Bij de acquisitie van de single-beam waarden werd er een beroep gedaan op 2 frequenties. Dit heeft als voordeel dat voor één en dezelfde campagne en voor één enkel studiegebied, meerdere eigenschappen van het sediment kunnen afgeleid

worden. Vermits elk van de bekomen parameters een ander aspect van de zeebodem belicht, kunnen deze parameters helpen om een beter inzicht te verkrijgen in de aspecten van de zeebodemclassificatie. Opvallend bij de ruimtelijke verspreiding van de bekomen reeksen is de vaststelling dat de aanwezige grenzen grotendeels overeenstemmen met de algemene trends van de overige akoestische classificatiemethoden. Algemeen kan gesteld worden dat in een slibrijk milieu, waarin het sediment zeer compact kan zijn, een grote waarde voor de 'hardness' kan teruggevonden worden. In het geval van los gepakt slib kan dit helemaal anders zijn. Los korrelig zand daarentegen zal relatief een veel kleinere waarde bezitten waardoor grofweg een eerste classificatie en correlatie kan opgesteld worden.

Bij een vergelijkende studie van de aangemaakte classificaties vallen direct enkele opmerkelijke zones op die gekenmerkt worden door enigszins overeenkomstige klassengrenzen. De opmerkelijkste zone is het gebied rond de vaargeul zelf, een zone die opvalt door het hoog slibgehalte met een opmerkelijke correlatie tussen de verschillende akoestische classificatiegrenzen.

Een andere opvallende zone is een duinenveld met een grove korrel waarbij eveneens een sterke correlatie kan aangetroffen worden tussen de aangemaakte classificaties. De daar aanwezige akoestische klasse is tevens steeds een indicator voor de aanwezigheid van grofkorrelig materiaal, ook in andere morfologisch verschillende gebieden.

Bij andere gebieden zijn de overeenkomsten veel moeilijker te trekken en dit bewijst nogmaals de complexiteit van de classificaties.

De analyses van de verschillende onderzoeksgebieden worden met elkaar vergeleken en waar mogelijk worden verbanden of contrasten aangetoond. Voor sommige aangemaakte akoestische klassen en facies kunnen sterke overeenkomsten worden getrokken en tezamen met de classificaties op basis van RoxAnn metingen kan een eerste algemene trend worden voorspeld. Opvallend is wel dat voor één bepaalde akoestische klasse telkens een sterke overeenkomst kan gevonden worden met het respectievelijk akoestisch faciës, maar dat dit telkens verschillend is voor beide onderzoeksgebieden. In dit geval levert de 'ground-truthing' telkens een totaal ander beeld op en het bewijst nogmaals de complexiteit van de correlaties. Het is ook opvallend dat het verschil in sediment zeer groot is, hetgeen ook duidelijk blijkt uit de side-scan sonar beelden.

Alhoewel kan worden gesteld dat de classificaties aan de hand van de multibeam opnames tamelijk consistent zijn en binnen eenzelfde studiegebied sterke correlaties vertonen met de classificaties aan de hand van de side-scan sonar beelden, valt het toch op dat geen link kan worden vastgesteld met één side-scan sonar faciës. De resultaten illustreren dat beide classificaties niet bepaald worden door dezelfde sedimentologische en morfologische kenmerken. Er dient dan ook verder onderzoek verricht te worden in het kader van de compactheid van het sediment en de gevolgen daarvan op de bekomen classificaties. In dit onderzoek is al aangetoond dat met behulp van RoxAnn metingen bijkomende informatie kan ingewonnen worden met betrekking tot de zogenaamde 'hardness' van het sediment. In het algemeen kan dan ook gesteld worden dat de classificaties aan de hand van de 'backscatter' waarden van de single-beam zeer belovende resultaten geven.

In deze context kan het dan ook interessant zijn om tijdens één en dezelfde survey twee aaneensluitende, morfologisch verschillende gebieden te onderzoeken en de classificaties daarvan te correleren en te valideren met behulp van 'ground-truthing'. Met behulp van de drie aangewende akoestische classificatiemethoden kan dan een ruimtelijke variatie worden vastgesteld en kunnen de oorzaken van de anomalieën verder onderzocht worden.

In het kader van de 'ground-truthing' kan de opmerking worden gemaakt dat niet alleen een boxcore staal moet genomen worden om de opeenvolging van de lagen te onderzoeken, maar het ook aangewezen is om bij verder onderzoek een zogenaamd 'bulk sample' te nemen van het sediment aanwezig in de boxcorer. Op deze manier kan immers algemene informatie verkregen worden van het bovenste gedeelte van de zeebodem. Het kan dan interessant zijn de classificatie te vergelijken met de bekomen granulometrische analyses.

Het grote probleem bij de aanduiding van zogenaamde 'referentiegebieden' (dewelke de basis vormen voor de zeebodemclassificatie aan de hand van multibeam opnames) ligt in het feit dat ze gebaseerd zijn op een visuele determinatie en de ervaringen van de onderzoeker. In deze context is dan ook al geopperd om de classificatie te bepalen aan de hand van klassen dewelke gedetermineerd worden op basis van het zogenaamde 'sonar beeld' verkregen uit de 'backscatter' waarden van de multibeam. Onderzoek van Roche M. heeft aangetoond dat de classificatie op basis van deze voorstelling veel betere resultaten geeft dan de standaard gebruikte methode.

ONDERZOEK VAN HET EFFECT VAN HABITATFRAGMENTATIE OP MEIOFAUNA AAN DE HAND VAN KOLONISATIE-EXPERIMENTEN IN EEN MEXICAANS ZEEGRASVELD

Vandepitte Leen

Universiteit Gent, Vakgroep Biologie, Sectie Mariene Biologie
Krijgslaan 281/S8, B-9000 Gent
Huidig adres: Gentpoortstraat 16, B-8000 Brugge
E-mail: nvandepitte@pandora.be

In mariene ecosystemen is habitatfragmentatie veel minder bestudeerd dan in terrestrische systemen, hoewel ook daar het probleem sterk aanwezig is. Algemeen wordt immers aangenomen dat oceanen en zeeën een continuüm vormen en dat alle organismen zich dus zonder problemen van het ene naar het andere gebied kunnen verspreiden. Migratie van mariene organismen, en zeker van meiofauna, is echter niet zo vanzelfsprekend: een groot aantal factoren beïnvloeden de migratie en gaan deze in bepaalde gevallen zelfs limiteren.

Om het effect van **habitatfragmentatie** in een marien ecosysteem na te gaan, werden *in situ* experimenten uitgevoerd in een *Thalassia testudinum* zeegrasveld in Punta Allen (Mexico). Zeegrasvelden vormen een interessant en goed bestudeerbaar habitat omdat ze een belangrijk kustecosysteem vormen in de tropen en ze sterk te lijden hebben onder menselijke invloeden (o.a. vervuiling, fragmentatie in kleinere velden door vaartuigen,...). Meiofauna (gedefinieerd als meercellige organismen die door een zeef van 1 mm gaan, maar achterblijven op een zeef van 38 μm), en meer specifiek harpacticoide Copepoda die voorkomen op zeegrassen, vormden de ideale organismen om de effecten en gevolgen van habitatfragmentatie in het gebied na te gaan. Ze komen namelijk voor in hoge densiteiten en ze vormen een link naar hogere trofische niveaus (bv. als voedsel voor vissen). Bovendien hebben Copepoda een grote habitatspecificiteit en sterk verschillende morfologische vormen die resulteren in verschillende 'Lebensformen'.

In de veldexperimenten werd gebruik gemaakt van zeegras-'mimics': plastic zeegrassen die de natuurlijke situatie zo getrouw mogelijk weergeven. Gelijkaardige 'mimics' werden eerder al succesvol door tal van onderzoekers gebruikt en ze hebben het voordeel dat een standaardisatie gemakkelijk kan doorgevoerd worden, wat een onderlinge vergelijking van de verschillende stalen mogelijk maakt. Door het gebruik van deze 'mimics' werd een minimum van schade toegebracht aan de natuurlijke fauna en flora.

Een eerste experiment wou de invloed van de kolonisatietijd nagaan, zowel aan de rand van het natuurlijke zeegrasveld ('close') als verderaf ('far', op 5 meter afstand). De 'mimics', bestaande uit drie replica's van elk 20 bladeren, werden na respectievelijk 2, 4, 6, 10, 14 en 21 dagen geoogst. Er werd een snelle kolonisatie van deze 'mimics' vastgesteld: al na enkele dagen was een abundante en diverse meiofauna waar te nemen: een minimumdensiteit kwam voor op dag 2 van de 'close'-reeks (480 ind/100 cm²), een piek werd bereikt op dag 21 van de 'far'-reeks

(3 220 ind./100 cm²). Nematoda waren het meest abundant aanwezig tijdens de eerste staalnamedagen. In beide reeksen werd een toenemende densiteit waargenomen met toenemende kolonisatietijd. Beide reeksen vertoonden de hoogste diversiteit op dag 21 ($N_0 = 13$ taxa). Aan de hand van deze meiofaunagegevens kan de kolonisatieperiode opgedeeld worden in drie duidelijke fases: initiële (dag 2 – 4 – 6), intermediaire (dag 10 – 14) en finale (dag 21) kolonisatiefase. Deze drie fases werden gekenmerkt door sterk verschillende totale absolute densiteiten, die bij de overgang naar een volgende fase bijna telkens verdubbelden. De fases waren heel duidelijk te onderscheiden in de 'close'-reeks. De plotse sterke toename tussen de initiële en intermediaire fase in termen van totale densiteiten zouden kunnen verklaard worden door de ontwikkeling van een biofilm. Deze biofilm zou het substraat meer geschikt maken voor bepaalde meiofaunagroepen, zoals bv. Copepoda. Opvallend was dat Nematoda sterk in aantal afnamen tussen de initiële en intermediaire kolonisatiefase. Over de hele tijdsreeks vormden Copepoda, Nematoda, nauplii en Turbellaria de meest dominante groepen.

Een tweede experiment testte of er een **effect** was **van de afstand** tot het natuurlijk zeegrasveld (de potentiële bron van kolonisatoren). Zowel de 'close' als de 'far'-reeks werden vanaf de eerste dagen gekoloniseerd, maar de totale absolute densiteiten van de 'far'-reeks lagen het hoogst (tot 3 200 ind./100 cm² op dag 21). De diversiteit daarentegen was iets lager in de 'far'-reeks dan in de 'close'-reeks, behalve op dag 21. Vergelijking van deze resultaten met eerder experimenteel onderzoek is moeilijk: de afstand tot de brongroep kan namelijk sterk verschillen in de verschillende studies.

Een vergelijking met de natuurlijke situatie leidde tot de verrassende vaststelling dat de totale absolute densiteiten opvallend hoger liggen op de 'mimics' dan op de natuurlijke zeegrasbladeren (gemiddeld 1200 ind./100 cm² op de 'mimics', tegenover gemiddeld 400 ind./100 cm² op de natuurlijke zeegrasbladeren). De diversiteit was dan weer hoger in de natuurlijke situatie. Geen enkele kolonisatiedag gaf de natuurlijke situatie in taxonsamenstelling getrouw weer.

Determinatie van de aanwezige Copepoda leidde tot de vaststelling dat er geen extreem grote verschillen zijn in samenstelling tussen de experimentele en natuurlijke zeegrassen. De 'mimics' worden waarschijnlijk gekoloniseerd door een combinatie van typisch bentische en epifytische copepoden. Zowel op de natuurlijke situatie als op de 'mimics' werden dezelfde twee dominante families teruggevonden, namelijk Ectinosomatidae en Tisbidae. Wel blijkt dat enkele typisch epifytische soorten zoals o.a. Tisbidae en Tegastidae iets talrijker aanwezig zijn in de natuurlijke situatie. Dit is wellicht het gevolg van een te korte kolonisatieperiode: bepaalde epifytische soorten hebben waarschijnlijk iets meer tijd nodig om de 'mimics' te koloniseren dan andere soorten. Opvallend is dat Canuellidae, een familie van bentische filterfeeders, wel werden waargenomen op de 'mimics', maar niet in de natuurlijke situatie. Bij de resultaten van dit deel moet echter wel worden opgelet met interpretaties, omdat er geen replica's werden gedetermineerd.

Beide experimenten en de vergelijking met de natuurlijke situatie tonen aan dat kolonisatie gebeurt vanaf de eerste staalnamedag (na twee dagen). Kolonisatie van een nieuw substraat gebeurt dus snel, en wellicht zal ook herstel van het oorspronkelijke habitat vlot verlopen. Er kan echter niet met zekerheid worden gezegd dat de aanwezige meiofauna op de 'mimics' ook stabiel is. Andere onderzoeken toonden aan

dat er in de kolonisatieperiode meestal een piek wordt vastgesteld, met daarna een terugval, maar dit werd in dit thesisonderzoek niet waargenomen. Er kan daaruit besloten worden dat de duur van het kolonisatieproces (21 dagen) wellicht niet voldoende was om een stabiele natuurlijke situatie te kunnen ontwikkelen. Bij verdere kolonisatie-experimenten in de toekomst moet misschien wel overwogen worden om ook verschillende natuurlijke situaties met elkaar te vergelijken. Eerder onderzoek heeft namelijk al uitgewezen dat verschillende zeegrasvelden in eenzelfde gebied een verschillend resultaat kunnen geven.

HORMOONVERSTORING BIJ DE ESTUARIENE INVERTEBRAAT *NEOMYSIS INTEGER* (CRUSTACEA; MYSIDACEA)

Verheyden Karolien

Universiteit Gent, Laboratorium voor Milieutoxicologie en Aquatische Ecologie
Jozef Plateastraat 22, B-9000 Gent
Huidig adres: Gorsendorp 31, B-3803 Sint-Truiden
E-mail: lienverheyden@hotmail.com

De problematiek van de hormoonverstoring is de laatste jaren uitgegroeid tot een intensief onderzocht en politiek geladen onderwerp met mondiaal karakter. Zowel natuurlijke als nog betrekkelijk onbekende milieuverontreinigende stoffen blijken de hormoonhuishouding van mens en dier zodanig te kunnen verstoren dat nadelige effecten op de ontwikkeling, voortplanting en overleving optreden. Tot op heden werd vooral aandacht besteed aan de impact van potentiële hormoonverstoorders op vertebraten. Dit is verwonderlijk aangezien invertebraten vaak de belangrijkste groep van organismen zijn in onze ecosystemen. Het besef is echter gegroeid dat een grondige studie naar hormoonverstoring bij invertebraten vereist is om de potentiële gevolgen ervan op het ecosysteem in te schatten, te beperken of te vermijden.

Uit de literatuurstudie blijkt het gebrek aan fundamentele kennis aangaande hormoonwerking bij invertebraten. Dit hiaat maakt de studie naar de effecten van potentiële endocriene verstoorders op invertebraten tot een complex onderzoeksgebied. Bovendien is er weinig geweten over de aanwezigheid en verspreiding van deze endocrien verstorende stoffen in water, waterbodems en biota, en zijn er momenteel nauwelijks testmethoden of biomarkers beschikbaar voor de detectie van endocriene verstoring bij invertebraten. Nochtans werden de laatste jaren reeds een aantal eindpunten naar voor geschoven als biomarkers voor hormoonverstoring bij invertebraten.

Zo werden in het kader van dit afstudeerwerk het energie- en steroïdmetabolisme van de estuariene aasgarnaal *Neomysis integer* (Crustacea; Mysidacea) bestudeerd en gevalideerd als subletale, suborganismale biomarkers voor blootstelling aan hormoonverstorende stoffen.

In een eerste fase werd aan de hand van laboratoriumexperimenten met *N. integer* gepoogd een inschatting te maken van de invloed van geslacht- en leeftijdspecifieke aspecten en de voedselbeschikbaarheid op hormonaal gestuurde processen, namelijk het energie- en steroïdmetabolisme van *N. integer*.

Om de potentiële variabiliteit gerelateerd aan geslacht en leeftijd van het testorganisme te minimaliseren werd getracht een leeftijdspecifieke kweek op te starten van *N. integer*. Verschillende vrouwelijke en mannelijke organismen werden hiertoe afgezonderd in een apart aquarium. Ten gevolge van biofilmvorming in dit aquarium en een vertraging van de voortplanting van *N. integer* werd de poging om een leeftijdspecifieke kweek op deze wijze op te starten gestaakt en werd naar alternatieven gezocht. Aangezien reeds uitgebreid onderzoek is verricht naar de groei van *N. integer*, werd ervan uitgegaan dat

een selectie van leeftijdspecifieke organismen op basis van de lengte of het gewicht kan geschieden. Bij elk experiment werd getracht met juvenielen van ongeveer dezelfde lichaamslengte te werken en werd voor elk organisme een gewichtsanalyse uitgevoerd. Om de leeftijd optimaal in rekening te brengen is het in de toekomst aangewezen ook een exacte lengtebepaling uit te voeren op de blootgestelde organismen. De methodiek voor deze lengtebepaling werd reeds succesvol gebruikt in het kader van dit afstudeerwerk en biedt dus perspectieven voor toekomstige experimenten.

Met het oog op langere blootstellingen, waarbij de effecten van potentiële hormoonverstoorders op de reproductie en populatieparameters bijvoorbeeld zouden geëvalueerd worden, leek het interessant het effect van verschillende voedingsregimes van *N. integer* op de cellulaire energie allocatie (CEA) te bestuderen. Drie voedingsregimes werden getest, namelijk geen voeding, 100 en 150 *Artemia franciscana* per organisme per dag. De beide geteste *Artemia*-concentraties hadden geen significant verschillend effect op de energie-opname van *N. integer*, maar waren wel significant verschillend van de niet-gevoederde organismen. Aangezien *Artemia* nauplii op relatief eenvoudige wijze kunnen toegediend worden, lijkt het in de toekomst aangewezen met gevoederde organismen te werken. Dit zal leiden tot een meer realistische inschatting van de effecten van toxicanten op de energie-opname, maar biedt evenzeer potentieel om de voedselopname-efficiëntie te kwantificeren.

In een tweede fase werd met behulp van acute toxiciteitstesten de gevoeligheid van *N. integer* voor testosteron, methopreen, nonylfenol, flutamide, fenoxycarb, precocene, ethinylestradiol en chloorpyrifos getoetst. Uit deze experimenten kon geconcludeerd worden dat *N. integer* in vergelijking met andere aquatische organismen minstens even gevoelig is en deze gevoeligheid significant beïnvloed wordt door de blootstellingsduur.

Uitgaande van de gegenereerde toxiciteitsdata, werden in een volgende fase 96u-blootstellingen opgezet met subletale concentraties aan testosteron (een vertebraat androgeen), methopreen (een juveniel hormoon-analoog) en nonylfenol (een vertebraat oestrogeen-analoog). Effecten van deze toxicanten op het energiemetabolisme van *N. integer* werden bestudeerd uitgaande van de cellulaire energie allocatie (CEA). Deze analyse is gebaseerd op de meting van veranderingen in de energie allocatie in het testorganisme en meet de energiereserves (suikers, eiwitten en vetten) en het energieverbruik (cellulaire respiratie). Na 96u-blootstelling aan testosteron (TST) werden geen significante effecten waargenomen ten opzichte van niet-blootgestelde organismen op de afzonderlijke energiefracties en de totale beschikbare energie. Wegens een foutieve analyse van de elektronen transport (ETS)-activiteit waren de data voor het energieverbruik niet beschikbaar en konden geen eenduidige conclusies getrokken worden uit dit experiment. Methopreen en nonylfenol hadden analoge effecten op het energiemetabolisme van *N. integer*. Voor beide stoffen werd een duidelijke dosis-respons relatie van de CEA waargenomen, waarbij hogere blootstellingsconcentraties gepaard gaan met een afname van de CEA, voornamelijk door een stijging van de energieconsumptie. Een toename van de energievraag ten gevolge van toxische stress, wordt in eerste instantie gecompenseerd door meer energie op te slaan, maar deze compensatie voldoet niet op lange termijn of bij extreme abiotische of toxische stress na acute blootstellingen. Uit deze experimenten blijkt dat effecten op de CEA toxicant-specifiek zijn, en dus meer stoffen zouden moeten bestudeerd worden. Naar de toekomst toe is het eveneens aangewezen chronische

blootstellingen uit te voeren, om de subletale effecten op de energie allocatie van *N. integer* beter te kunnen evalueren. Het zou bovendien interessant zijn de voedselopname-efficiëntie in deze experimenten te incorporeren.

Voor methopreen en nonylfenol werden eveneens de subletale effecten op het testosteronmetabolisme onderzocht. Na de 96u-blootstelling werden de testorganismen *in vivo* blootgesteld aan exogeen toegediend testosteron waarna de verschillende testosteronmetabolieten geïdentificeerd en gekwantificeerd werden via HPLC-MS. Bij methopreen-blootgestelde organismen werden alle monohydroxy (OH)-metabolieten van testosteron in het medium teruggevonden en niet in extracten van gehomogeniseerde organismen. Bij nonylfenol-blootgestelde organismen werden geringe concentraties OH-metabolieten van testosteron ook in het organisme teruggevonden. In beide experimenten was het aandeel van het reductief testosteronmetabolisme groter dan dit van het oxidatief metabolisme. Subletale effecten op het testosteronmetabolisme van *N. integer* blijken volgens deze experimenten hoofdzakelijk gerelateerd aan hydroxylatie en reductie van testosteron.

In een laatste fase werden het energie- en steroïdmetabolisme gevalideerd met behulp van zowel laboratorium- als veldexperimenten. De CEA-test werd gevalideerd met behulp van de Scope for Growth (SfG)-assay, een gekende fysiologische biomarker. In een blootstellingsexperiment met chloorpyrifos, werden zowel effecten van blootstellingsconcentratie als -duur geëvalueerd. Er werd een significante correlatie waargenomen tussen de *in vitro* en *in vivo* respiratiemetingen van blootgestelde *N. integer*, wat erop duidt dat de ETS-meting een goed alternatief is voor de minder praktische en duurdere *in vivo* respiratiemeting. Bovendien bleken de toxicant-geïnduceerde wijzigingen van het energieverbruik van *N. integer* de bepalende factor voor wijzigingen in de CEA en de SfG. De stelling dat eindpunten op een lager niveau van biologische organisatie een hogere gevoeligheid bezitten, werd in dit experiment bevestigd, aangezien de cellulaire effecten van de CEA bij lagere concentraties optraden dan de supracellulaire effecten zoals deze in de SfG werden bepaald. Uitgaande van de gegenereerde resultaten in dit validatie-experiment en vooral door de hogere gevoeligheid van de CEA-respons, kan deze test als mogelijk alternatief of complementaire biomarker dienen voor de SfG.

Het *in situ* gebruik van biomarkers van het energiemetabolisme, en meer specifiek de CEA, en het testosteronmetabolisme, werd bestudeerd aan de hand van veldexperimenten met *N. integer* op de Westerschelde. Weliswaar werden enkel de CEA-analyses in het kader van dit afstudeerwerk besproken. Zowel seizoenale als plaatsgebonden variaties op de energie allocatie van *N. integer* werden geëvalueerd over de periode van 2001-2003. Het meest uitgesproken effect werd waargenomen op het energieverbruik, de fysiologische respons die ook bij laboratoriumblootstellingen de meest gevoelige bleek. In het stroomopwaarts gelegen gebied van het Schelde-estuarium, in de buurt van Antwerpen, werd een significante toename van het energieverbruik waargenomen. Deze zone wordt gekenmerkt door uiterst lage concentraties aan opgeloste zuurstof, waardoor *N. integer* hier vroeger nooit werd waargenomen. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt echter dat *N. integer* stroomopwaarts migreert door de verbeterde zuurstofconcentraties gedurende de voorbije jaren. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt bovendien dat deze migratie mogelijks leidt tot belangrijke pollutiegebonden effecten op de energie allocatie van *N.*

integer. Seizoenale effecten op het energiemetabolisme van *N. integer* in de Westerschelde waren veel minder uitgesproken en voornamelijk gerelateerd aan de biologie van deze soort in de Westerschelde. Een opvallende daling van de energie allocatie in de winter ten opzichte van deze in de lente en de zomer werd waargenomen. Hierbij werd verondersteld dat effecten van toxische stress zich waarschijnlijk het sterkst zullen laten gevoelen in de lente en de zomer wanneer de energievraag, voornamelijk voor reproductie, beduidend hoger is, dan bijvoorbeeld in de winter.

Uit laboratoriumexperimenten was reeds gebleken dat de CEA-test en de *in vivo* biotransformatie van exogeen toegediend testosteron goede perspectieven bieden als biomarkers voor de bepaling van toxische en abiotische stress op het energie- en steroïdmetabolisme van *N. integer*. Uit deze veldexperimenten blijkt dat de CEA ook *in situ* potentieel heeft als biomarker ter detectie van toxische effecten op het energiemetabolisme van *N. integer*. De resultaten van het veldexperiment voor de testosteronmetabolisatie door *N. integer* zijn momenteel nog niet beschikbaar. Uit de laboratoriumexperimenten is echter gebleken dat deze biomarker vermoedelijk ook bruikbaar is voor de detectie van effecten op het testosteronmetabolisme van *N. integer* in het veld. De slaagkans van dergelijke veldexperimenten zal echter afhankelijk zijn van een voldoende uitgebreide dataset met 'normale waarden', verkregen uit fundamenteel onderzoek in het laboratorium en in het veld zodat langetermijneffecten kunnen ingeschat worden en kunnen onderscheiden worden van natuurlijke variatie.

EVAPOTRANSPIRATIE VAN DE KRUIDVEGETATIE IN DE VOCHTIGE DUINVALLEIEN VAN HET VLAAMSE NATUURRESERVAAT DE WESTHOEK

Wackenier Lieslotte

Universiteit Gent, Laboratorium voor Plant Ecologie

Coupure Links 653, B-9000 Gent

Huidig adres: Ammanswallestraat 7, B-8670 Oostduinkerke

E-mail: lieslottewackenier@yahoo.com

Probleem en doelstelling

Vochtige duinvalleien zijn zowel regionaal als internationaal van groot belang omwille van hun hoge biodiversiteit. De toenemende recreatie, de intensifiëring van de landbouw en de toenemende urbanisatie oefenen echter een grote druk uit op deze ecosystemen. Deze verstoringen leiden tot een verdroging en een verstruweling van de vochtige duinvalleien.

Door de complexiteit van het duinecosysteem is het zeer moeilijk om de veranderingen door verdroging en verstruweling te beoordelen. De hydrologische situatie blijkt in duingebieden echter een cruciale rol te spelen voor de vegetatie (Grootjans *et al.*, 1998). Niet alleen de grondwaterwinning beïnvloedt de hydrologische processen, ook de evapotranspiratie van de vegetatie speelt een belangrijke rol. Het is dus van belang om een idee te hebben over het waterverbruik van kruidachtige en struikachtige vegetaties om het duinbeheer beter te kunnen sturen.

De doelstelling van deze thesis was om in vochtige duinvalleien de jaarlijkse evapotranspiratie van verschillende, representatieve kruidachtige vegetaties kwantitatief te schatten. De resultaten werden vergeleken met de resultaten van een gelijklopend onderzoek op struikachtige vegetaties (Vanermen, 2003). Hierdoor kon het effect worden bepaald van verstruweling en ontstruweling op de grondwaterbalans en konden aanbevelingen worden geformuleerd voor het toekomstige beheer van vochtige duinvalleien.

Materiaal en methoden

Het onderzoek vond plaats in het Vlaamse natuurreservaat De Westhoek tijdens de periode van 15 april tot 15 september 2002. Dit reservaat wordt gekenmerkt door een grote stuifdynamiek en herbergt nagenoeg alle karakteristieke duinvegetaties van onze kust. Toch ontsnapt dit waardevolle gebied niet aan de gevolgen van de toegenomen recreatiedruk, de intensifiëring van de landbouw en de toenemende urbanisatie. Een verdroging en verzuring bedreigen de waardevolle vegetaties van dit kalkrijke duingebied en de stuifdynamiek wordt aan banden gelegd door de toenemende verstruweling (Hoys *et al.*, 1996).

In het proefgebied werden eerst een aantal representatieve proefvlakken aangeduid in ontstruweelde pannen en in typische kruidvegetaties. In deze proefvlakken werden dan

een aantal kruidsoorten geselecteerd op basis van de bedekkingsgraad en de frequentie van voorkomen. Deze proefsoorten, dienen als modelsoorten voor de totale kruidvegetatie.

De evapotranspiratie van de kruidvegetatie werd eerst kwantitatief geschat aan de hand van een **ecofysiologisch onderzoek**. Dit onderzoek gebeurde aan de hand van een *bottom-up* benadering. Dit houdt in dat de transpiratie eerst op bladniveau werd bepaald om dan via opschaling de transpiratie ook op bestandsniveau te berekenen. De transpiratiesnelheid op bladniveau is afhankelijk van de stomatale weerstand, die werd opgemeten met behulp van een dynamische diffusieporometer. Simultaan werden ook een aantal belangrijke klimatologische variabelen *in situ* opgemeten zoals de blad- en luchttemperatuur, de relatieve vochtigheid en de PAR-straling (fotosynthetisch actieve straling). Deze metingen lieten toe een stomataal weerstandsmodel op te stellen om de stomatale weerstand buiten de opgemeten periode te simuleren. Zo kon, voor het volledige groeiseizoen, de transpiratie op bladniveau worden berekend. Om de verdamping op bestandsniveau te kunnen schatten werd eerst de bladoppervlakte-index of LAI van elke proefsoort bepaald. Dit gebeurde zowel via een optische als via een destructieve methode. Met behulp van het vegetatieverdampingsmodel FORUG (Samson, 2001) werd de evapotranspiratie voor elke geselecteerde kruidsoort afzonderlijk gemodelleerd, steunend op het Penman-Monteith concept. Uiteindelijk kon dan met behulp van de vegetatieopnames ook de evapotranspiratie van elk proefvlak worden geschat.

Volgens Meyboom (1947) weerspiegelen de dagelijkse schommelingen van de grondwatertafel het dagelijkse verloop van de evapotranspiratie door freatofyten. Daarom werd de evapotranspiratie ook gemodelleerd uit de **diurnale grondwatertafeldynamiek**. Dit gebeurde aan de hand van de formule van White (1932):

$$q = S_y \cdot (24r + s) \quad (1)$$

met q : de hoeveelheid water onttrokken aan de bodem (mm);
 S_y : de *specific yield* van de bodem (mm mm^{-1});
 r : de gemiddelde aanvoersnelheid van het grondwater (mm h^{-1}); en
 s : de netto stijging of daling van de grondwatertafel gedurende de 24-uren periode (mm).

Tijdens het volledige groeiseizoen registreerden dataloggers, die werden opgehangen in de peilbuizen, de diepte van de grondwatertafel om de 30 minuten. De gemiddelde aanvoersnelheid (r) werd berekend uit de helling tussen het begin- en eindpunt van de wateraanvoer. De netto daling tijdens de 24-uren periode (s) volgt uit het verschil van de grondwaterstand tussen 0h00 en 24h00 (Fig. 1).

De *specific yield* is het volume water dat per oppervlakte-eenheid uit de watervoorraad vrijkomt bij een eenheidsdaling van de grondwatertafel (Freeze and Cherry, 1979). Deze parameter is variabel volgens de diepte van de grondwaterstand (Childs, 1969; Duke, 1972; Gillham, 1984) en werd bepaald uit de stijging van de grondwatertafel na een neerslagbui (methode van Gerla, 1992). Daarnaast was het ook mogelijk om de *specific yield* te berekenen uit de oppervlakte tussen de vocht karakteristiek voor en na de daling van de grondwatertafel.

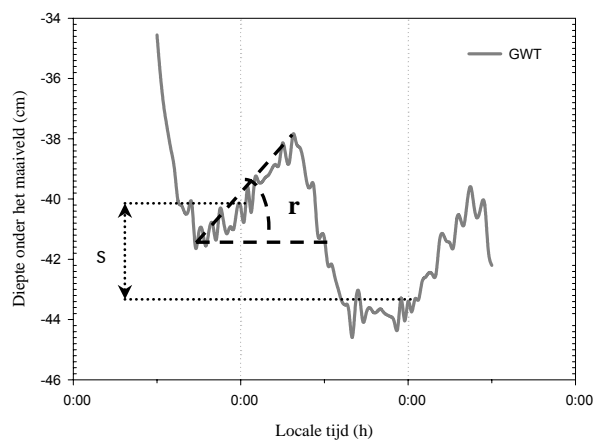


Fig. 1. De bepaling van de nettodalings (s) van de grondwatertafel tijdens de 24-uren periode en de berekening van de gemiddelde aanvoersnelheid uit de helling (r) tussen het begin- en eindpunt van de wateraanvoer op 26 juli 2002.

De vochtkarakteristiek werd geschat aan de hand van het model van van Genuchten (1980). De parameterbepaling van het model gebeurde met behulp van de pedotransferfuncties van Vereecken *et al.* (1989). De gebruikte bodemkarakteristieken zijn afkomstig uit de literatuur.

Resultaten

Aan de hand van de porometermetingen werd een stomataal weerstandsmodel opgesteld voor elke proefsoort. Het was echter niet mogelijk een éénduidig verband te bepalen tussen de stomatale geleidbaarheid en de klimatologische variabelen door de grote spreiding van de gegevens. Deze spreiding is waarschijnlijk voor een deel te wijten aan de fysiologische variabiliteit tussen de bladeren. Ook de kleine schaal, waarop de metingen gebeurden, speelt ongetwijfeld een rol in de spreiding van de gegevens.

Uit het ecofysiologische onderzoek bleek dat de evapotranspiratie van de verschillende kruidachtige vegetaties varieert van 100 tot 530 mm jaar⁻¹. Dit onderzoek wees ook uit dat vooral de soortensamenstelling en de bedekkingsgraad van belang zijn bij de grootte van de evapotranspiratie. Er werd namelijk een duidelijk verband aangetoond ($R^2 = 0,91$) tussen de LAI en de evapotranspiratie van elk proefvlak (Fig. 2). Dit verband is niet lineair omdat bij een toename van de LAI ook de micrometeorologische omstandigheden in het gewas veranderen (Roberts, 2000).

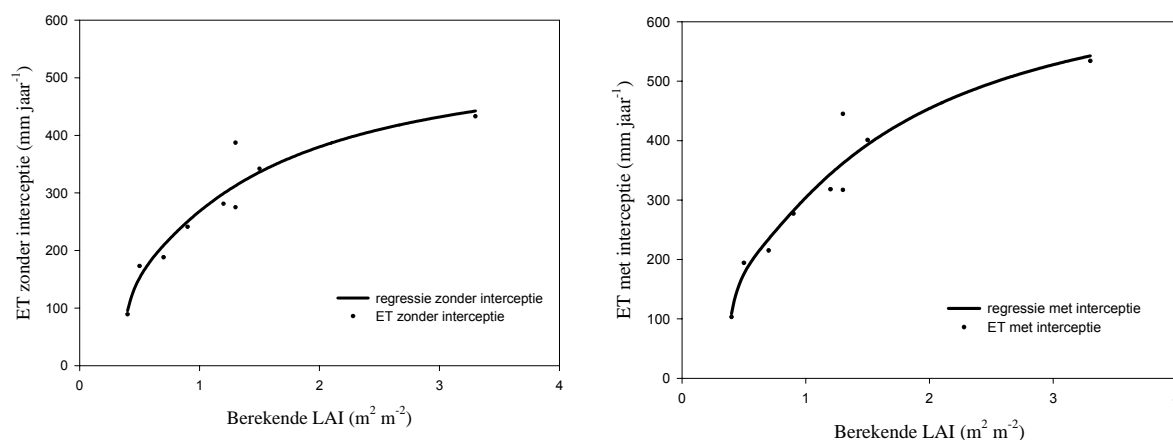


Fig. 2. Relatie tussen de berekende LAI en de jaarlijkse evapotranspiratie (ET) van elk proefvlak voor de periode van 1 april tot 30 oktober 2002.

Waarschijnlijk zal het verwijderen van struweel leiden tot een vernatting van de vochtige duinvalleien. De evapotranspiratie van een kruidvegetatie bedraagt namelijk gemiddeld 310 mm jaar^{-1} terwijl de evapotranspiratie van een struikvegetatie gemiddeld 500 mm jaar^{-1} (Vanermen, 2003) bedraagt. Niet alleen het verwijderen van struweel maar ook andere beheersmaatregelen zoals het maaien en/of beweiden van de pannen kunnen de hydrologie beïnvloeden. Deze beheersmaatregelen resulteren namelijk in een verandering van de bedekkingsgraad en kunnen ook de soortensamenstelling veranderen.

De evapotranspiratie van elk proefvlak werd ook berekend uit de diurnale dynamiek van de grondwatertafel aan de hand van de methode van White (1932). De resultaten van deze methode stemmen meestal goed overeen met de resultaten uit het ecofysiologische onderzoek als de S_y berekend wordt via de vocht karakteristiek (Fig. 3). In een aantal proefvlakken overschat de methode van White (1932) echter systematisch de evapotranspiratie. Ondanks de goede correlatie tussen de resultaten verkregen via de methode van White (1932) en het FORUG model gelden dus een aantal kritische bedenkingen bij het schatten van de S_y uit de vocht karakteristiek. De gemiddelde waarden van de gebruikte bodemkarakteristieken zullen namelijk een zekere variatie vertonen in de proefvlakken. Bovendien werd, bij het schatten van de matrixpotentiaal, een statisch evenwicht verondersteld van het water in de bodem. In werkelijkheid komt een statisch evenwicht zelden voor.

Waarschijnlijk is het mogelijk om de evapotranspiratie te schatten via de methode van White (1932) als er voldoende aandacht wordt besteed aan het bepalen van de *specific yield*. In dit onderzoek werd de *specific yield* volledig bepaald aan de hand van gegevens uit de literatuur. De experimentele bepaling van de *specific yield* vereist echter een diepgaand bodemonderzoek. In de toekomst zou het vooral interessant zijn om de vocht karakteristiek experimenteel te bepalen.

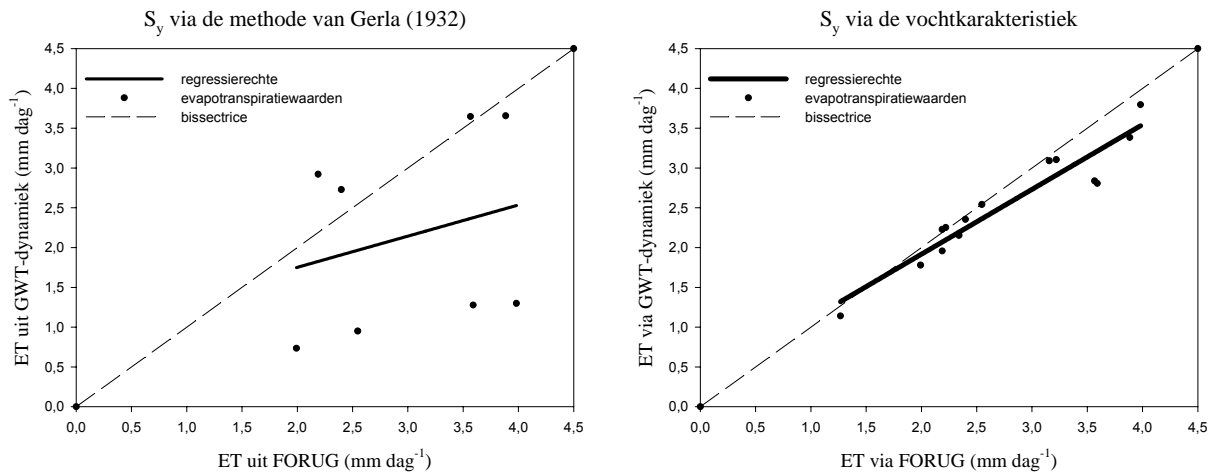


Fig. 3. Vergelijking tussen de berekening van de evapotranspiratie (ET) in proefvlak 2 via het FORUG model en via de methode van White (1932) met de specific yield (S_y) berekend via de vocht karakteristiek (rechts) of via de methode van Gerla (1932) (links).

Referenties

- Childs E.C. 1969. An introduction to the physical basis of soil water phenomena. John Wiley and sons, Ltd. London. 493p.
- Duke H.R. 1972. Capillary properties of soils – Influence upon specific yield. Transactions of the ASAE 15:688-691.
- Freeze R.A. and J.A. Cherry. 1979. Groundwater. Prentice-Halle, Englewood Cliffs, N.J. 604p.
- Gerla P.J. 1992. The relationship of water-table changes to the capillary fringe, evapotranspiration and precipitation in intermittent wetlands. Wetlands 12(2):91-98.
- Gillham R.W. 1984. The capillary fringe and its effect on water-table response. Journal of Hydrology 67:307-324.
- Grootjans A.P., W.H.O. Ernst and P.J. Stuyfzant. 1998. European dune slacks: strong interactions of biology, pedogenesis and hydrology. Tree 13(3):96-100.
- Samson. 2001. Experimentele en modelmatige benadering van de actuele evapotranspiratie in een gemengd bosecosysteem (Proefbos Aelmoeseneie te Gontrode). Doctoraatsthesis, Universiteit Gent.
- Vanermen N. 2003. Evapotranspiratie van de struikvegetatie in de vochtige duinvalleien van De Westhoek. Gent, Universiteit Gent. Thesis.
- Van Genuchten M.TH. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society American Journal 44:892-898.
- Vereecken H., J. Maes, J. Feyen and P. Darius 1989. Estimating the soil moisture retention characteristics from texture, bulk density and carbon content. Soil Science 148:389-403.
- White W.N. 1932. A method of estimating ground-water supplies based on discharge by plants and evaporation from soil. US Geological Water Supply Paper 659:1-105.

CLADISTISCHE ANALYSE VAN HET TAXON TRIGONOSTOMIDAE GRAFF, 1905 (TURBELLARIA, PLATYHELMINTHES) AAN DE HAND VAN MORFOLOGISCHE DATA

Willems Wouter

Universiteit Gent, Vakgroep Biologie, Afdeling Mariene Biologie
Krijgslaan 281/S8, B-9000 Gent
Huidig adres: Grevensmolenweg 44, B-3800 Sint-Truiden
E-mail: wouterwillems100@hotmail.com

De hoofddoelstelling van dit werk is het achterhalen van de fylogenetische relaties binnen het taxon Trigonostomidae Graff, 1905, door middel van morfologische data. Een nevendoelstelling is het achterhalen van de verwantschappen van vier nieuw beschreven soorten. Naast de onderlinge relaties tussen de soorten, behorend tot de Trigonostomidae, wordt nagegaan of de Trigonostomidae monofyletisch zijn.

Er is coupemateriaal van 28 soorten onderzocht, 24 vertegenwoordigers van de Trigonostomidae en vier outgroup-taxa. Tevens is er een lijst opgesteld van de huidige valide taxa binnen de Trigonostomidae, enkele bestaande soorten worden als species inquirendae of species dubiae beschouwd. De morfologische variatie is met behulp van de reductieve coderingsmethode in een datamatrix met 52 kenmerken gegoten in het programma MacClade. Van deze kenmerken zijn er 44 gebruikt in de analyse in PAUP*. Door middel van de heuristische zoekmethode is naar de meest parsimone cladogrammen gezocht. Initieel krijgen alle kenmerken het gewicht één en worden de kenmerktoestanden niet geordend. In eerste instantie zijn 213 cladogrammen gevonden, ieder met een lengte van 114 (CI=0,42; RI=0,67; RC=0,28; HI=0,28). Na drie cycli van 'successive weighting' op basis van de rc_i , worden drie cladogrammen weerhouden met lengte 33,45231 (CI=0,72; RI=0,86; RC=0,62; HI=0,28). De 'strict consensus' van deze cladogrammen wordt gekozen als hypothese voor de fylogenie van de Trigonostomidae. Voor alle takken in het cladogram is de 'Bremer support'-waarde berekend met het programma Autodecay.

Omdat rooten met alle vier, noch met drie van de vier outgroups mogelijk is, kan besloten worden dat de Trigonostomidae niet monofyletisch, maar parafyletisch zijn. Twee outgroup-taxa, *Cilionema hawaiiensis* Karling, Mack-Fira & Dörjes, 1972 en *Polycystis naegelii* Kölliker, 1845, vallen immers tussen de ingroup-taxa.

In het cladogram splitst basaal, net na de outgroup-taxa waarop geroot is, een goed ondersteunde tak (B.S.=7,34) af, die de vertegenwoordigers van het taxon Paramesostominae Luther, 1948 bevat. De zusterak van deze tak bestaat uit een driedledige polytomie en het taxon *Petaliella spiracauda* Ehlers, 1974. Eén van die drie takken komt overeen met het taxon Mariplanellinae Ax & Heller, 1970. Een andere tak van de polytomie bevat de outgroup *Feanora brevicirrus* De Clerck & Schockaert, 1995 en *C. hawaiiensis*. *F. brevicirrus* werd oorspronkelijk als incertae sedis binnen de Trigonostomidae geplaatst. De derde tak van de polytomie bevat alle vertegenwoordigers van de Trigonostominae Luther, 1948 (excl. *P. spiracauda*), maar binnen deze tak is ook *Polycystis naegelii*, een vertegenwoordiger van de

Kalyptorhynchia, terug te vinden. Het taxon Trigonostominae is dus niet monofyletisch. Binnen deze tak worden de subtakken slechts door lage 'Bremer support'-waarden ondersteund. De hypothese dat de Trigonostomidae en de Kalyptorhynchia meer verwant zijn dan blijkt uit de huidige systematiek (Jondelius and Thollesson, 1993; Zamparo et al., 2000), wordt bevestigd.

Op basis van de onderzochte vertegenwoordigers concluderen we dat volgende taxa monofyletisch zijn: *Beklemischeviella* Luther, 1943, *Paramesostoma* Attems, 1896, *Ptychopera* Den Hartog, 1964 en *Trigonostomum* Schmidt, 1852. Het taxon *Proxenetes* Jensen, 1878 is niet-monofyletisch. In verband met de nieuw beschreven taxa worden volgende conclusies getrokken. *Trigonostomum* nov. sp. 1 valt binnen het taxon *Trigonostomum* en Nov. gen. 1 nov. sp. 1 moet binnen de Paramesostominae geplaatst worden. In verband met de exacte verwantschappen van de taxa Nov. gen. 2 nov. sp. 1 en Nov. gen. 3 nov. sp. 1 kan geen uitspraak gedaan worden omwille van polytomieën in het cladogram.

APPLICANTS
ANNUAL VLIZ NORTH SEA AWARD
2003

BENTHIC COPEPOD COMMUNITIES IN RELATION TO NATURAL AND ANTHROPOGENIC INFLUENCES IN THE NORTH SEA

Bonne Wendy

University of Ghent, Marine Biology Section

Krijgslaan 281/S8, B-9000 Gent

Present address: AZTI Foundation, Department of Oceanography and Marine Environment, Herrera Kaia – Portualdea z/g, E-20110 Pasaia (Gipuzkoa), Spain

E-mail: wbonne@pas.azti.es

The Belgian Continental Shelf is situated in the Southern Bight of the North Sea and consists of a number of sandbank systems separated by gullies. Benthic copepod (= harpacticoid) communities were investigated, focusing on the Flemish Banks system and the Gootebank, belonging to the Zeeland Banks.

Chapter I – (Natural influences - sediments)

Structural biodiversity of benthic copepod communities on two subtidal sandbanks

In 1997 ten stations were sampled on the Kwintebank and five stations on the Middelkerkebank at regular distances along the sandbank crest. At each side and near the middle of the sandbank one station was sampled in the gully. Low harpacticoid density and high diversity characterized the two Flemish Banks. Sandbank tops differed from the gullies from a sedimentological and biological point of view. Harpacticoid densities and diversities were higher on sandbank tops than in the gullies.

In general, two distinct parts are distinguished on the Flemish Banks. The northern landscape of the sandbanks is characterized by big sand waves of coarser sands while the southern parts consist of a flat plateau of finer sands. These morphological characteristics and granulometric gradient result from the local tidal current patterns. The northern sandwave area was inhabited by a typical interstitial community with a high density and diversity while the finer grained southern parts were much poorer. The sandwave areas at the Kwintebank and the Middelkerkebank were similar whereas the topographically flat areas of both sandbanks yielded totally different communities. A dense community of interstitial species was found in the finer sediments of the Kwintebank, whereas endobenthic species predominated in the finer sands in the south of the Middelkerkebank, though in low abundance. Remarkably, the Kwintebank showed a more patchy community distribution than the Middelkerkebank.

Sediment characteristics were related to harpacticoid density and diversity gradients along the sandbanks but could not explain the differences between the southern parts of the sandbanks. Near-bottom current dynamics seem to be as important as sediment characteristics in accounting for community variation. Strong tidal currents, wave action or storm events may generate these strong near-bottom current velocities.

The conclusion from these results is that biological community composition is not controlled by one or a combination of simple granulometric properties of the sediments. It is considered more likely that biological community composition is controlled by an

array of environmental variables, many of them reflecting an interaction between particle mobility at the sediment-water interface and complex associations of chemical and biological factors. Coarse sands, well-sorted fine sands as well as mixed deposits under different hydrodynamic conditions with their respective harpacticoid communities create a heterogeneous environment, with highest diversity in the most dynamic parts at the sandbank top. In comparison with subtidal sandy habitats world-wide the relatively low densities and relatively high diversity indicate that the Flemish Banks system is quite a stressed but rich environment.

Chapter II – (Natural and anthropogenic influences - spring phytoplankton blooms)

Impact of spring phytoplankton blooms on benthic copepod communities of subtidal sandbanks

Eutrophication in the North Sea is characterized by a shift from moderate early spring diatom growth to a *Phaeocystis* dominated phytoplankton community. In spring 1999 one station on the Kwintebank and one station on the Gootebank were repeatedly sampled to examine the changes in the benthic copepod community in relation to the phytoplankton bloom in the water column. Deposition of phytoplankton derived organic matter on the bottom was observed in the beginning of the diatom bloom and at the end of the *Phaeocystis* bloom. Over the whole period a minimum of about 60 % harpacticoids was present in the upper 5 cm of the sediment, with a mean of 75 %.

During the spring phytoplankton bloom there were clear temporal changes in the harpacticoid community with high diversity in April and high density and dominance in June. The high diversity in April during the diatom bloom may be attributed to the presence of subordinate species or specialist feeders. After *Phaeocystis* deposition opportunists predominated. Changes in community structure and density followed the same pattern on the Kwintebank and the Gootebank while diversity behaved differently. At the Kwintebank the organic matter is probably mixed through the upper layers of the sediment and reworked continuously. A great part of the deposited matter is resuspended during flood and hence not assimilated in a great extent by the infauna. The fraction of the deposited matter that is consumed by the harpacticoids continuously increases density and species richness. Yet, the *Phaeocystis* derived material increased the dominance in the community.

At the Gootebank the deposited organic matter is not reworked as intensively, resulting in a more stable food supply to the benthos. More harpacticoid species were present in the upper centimetres of the sediment in comparison with the Kwintebank, being concentrated in the upper 2 cm after *Phaeocystis* deposition. The dense interstitial fauna in the upper sediment layers reflects that deposited *Phaeocystis* derived organic matter is effectively assimilated and incorporated in the sediment through the microbial food web. Vertical migration of harpacticoids took place after the bloom reached the sediment surface in May, animals from deeper sediment layers attracted by the fresh food supply. In June and July particle and pore-water transport provided food particles at greater depth. A significant structuring effect is thus recorded in the interstitial community, which relies indirectly on sedimented phytoplankton, and not in the directly assimilating epibenthic harpacticoids, although these copepods are regarded as very

mobile and may colonize food patches very quickly. Diversity increased remarkably during the diatom bloom, whereas the community was completely dominated by the most successful opportunistic interstitial species, *Apodopsyllus* n.spec.1, which exploits the detrital/bacterial food sources after *Phaeocystis* deposition. *Apodopsyllus* n.spec.1 may be the harpacticoid counterpart of the macrobenthic *Capitella capitata* and *Polydora* species.

Increased reproductive effort in May and June indicate that the reproductive cycles of most of the dominant harpacticoid species were related to the spring bloom sedimentation event. While not denying the role of temperature, the results suggest that breeding periodicity is also strongly related to food resource availability as a result of phytoplankton deposition. For some species migratory behaviour and reproductive activity were interrelated, whereas the total distribution of life history stages per depth layer did not reveal any changes in the vertical distribution over time.

Chapter III – (Anthropogenic influences - sand extraction)

The impact of marine sand extraction on benthic copepod communities of a subtidal sandbank

On the Kwintebank, sand is very intensively extracted for the building industry. More than 95 % of the sand extraction on the Belgian Continental Shelf occurs on the Kwintebank, being concentrated at the northwestern top and in the centre of the bank.

The copepod distribution data of 1997 of the Kwintebank were compared with data of 1978 prior to intensive sand extraction. Harpacticoid community analysis distinguished only two parts on the Kwintebank in the seventies: a high variable northern part and a southern part with a high similarity. This pattern was more complicated in the nineties as indirect impacts of sand extraction were visible. In the nineties the Kwintebank was split up in four communities. Analogies were found in the occurrence of erosion and extraction areas and the distribution of harpacticoid communities. The northern top of the sandbank is very intensively exploited and subject to strong erosion, resulting in the formation of a depression. In this part a separate harpacticoid community has evolved from 1978 to 1997. Density and species richness, however, were still remarkably high in the nineties. The copepods of the dynamic area of sandwaves may be more resilient to extraction activities in terms of density and species richness than in the central part of the sandbank.

The centre of the sandbank is also very intensively exploited. A geomorphological survey indicated the presence of a distinct depression in this central area, which was not observed in the seventies. Due to sand extraction depth increased, sand waves were flattened and a depression was formed. In this depression changes in sediment characteristics from coarse sands in the seventies to fine sands in the nineties induced a shift from a species rich northern bank community to a species poor southern bank community with a high dominance of a few species. The altered sediment composition may be the result of a local accretion of fine sediments, as a consequence of overflow and changed current patterns in the depression. A station with a very low density and diversity, similar to the poor gully stations, was located near the southern border of the

depression, although the sediment composition of this station was comparable to the richer bank stations. The sediment near this border coarsened, probably due to erosion, induced by sand extraction and enhanced by the strong currents.

The community in between the northern top and the central area still showed resemblance with the species assemblage defined for the northern part in the seventies. This community occurred in a less intensively exploited zone and a non-exploited zone, corresponding respectively with a zone of weak erosion and a zone of accumulation of sediment.

The southern part of the bank was characterized by low sand extraction intensity and no changes in the top volume of the bank except for one zone with weak erosion. The community structure of the southern part was still comparable after 20 years and hence stable in time.

A significantly higher density of juveniles was found in the intensively exploited areas and may be an indication of a direct impact of sand extraction. The abundance of big epi- and endobenthic species decreased and species composition altered in favour of very small interstitial species, which reproduce more frequently and are able to hide deeper into the sediment. Specific species correlate with disturbance intensity but the distribution and ecology of these species need to be studied more into detail in order to define them with certainty as indicator species for disturbance.

This study revealed that natural conditions define which harpacticoid species and communities occur but sand extraction can influence species composition both in a direct and an indirect way. Sand extraction on the Kwintebank is very patchy and much too intensive in the centre. The northern part and especially the centre of the Kwintebank can be defined as strongly impacted areas, while the harpacticoid community structure of the southern part of the bank is stable in time. The extension of the present depression in the centre of the sandbank due to sand extraction can become quite problematic if these human-induced physical disturbances may cause a continuing erosion and impoverishment.

Chapter IV – (Anthropogenic influences - sand extraction)

Impact assessment of sand extraction on subtidal sandbanks using macrobenthos

Macrobenthic community analysis, based on data of different sampling campaigns in the nineties on the Kwintebank, distinguished between a bank community, covering the whole sandbank from north to south, a slope community and a gully community. The community on the sandbank was characterized by low density and diversity, which is typical for mobile sands. Differences within the bank community reflected slight year-to-year variability but differences between areas of different levels of sand extraction intensity were not detected in the nineties.

The comparison of intensively exploited areas between the seventies and the nineties revealed that the *Spisula* species disappeared and the abundance of *Ophelia limacina* clearly decreased, which may be attributed to sand extraction activities. The potential impact of sand extraction on the macrobenthos of the Kwintebank was however not

confirmed by clear changes in other biological characteristics, since density and diversity did not change. Only seasonal fluctuations were observed.

Increasing sand extraction intensity from the late seventies onwards did not result in an increase of the biotic coefficient. Moreover, the biotic coefficient did not differ between the stations, characterized by different sand extraction intensity. The biotic coefficient of a sporadically exploited station was even higher than at intensively exploited stations in 2001.

The investigation at community level, density and diversity measurements and the ecological groups used in the biotic coefficient were not sufficient to detect differences between impacted and non-impacted sites. The species composition of some areas changed and has become similar to the surrounding area, hampering the distinction between extracted and non-extracted sites at a fixed moment in time. In order to be able to use a biotic coefficient to measure dredging impacts in clean sands, a suggestion may be to modify the classification of the ecological groups used for the biotic coefficient, focusing on differences between the (interstitial) polychaetes and amphipods prevailing in these habitats or to examine the percentages of juveniles or biomasses.

Conclusions

Natural influences

Sediments

Although sandbanks look like a homogeneous desert of sand with huge dunes and covered with sand ripples, they are very complex entities. Sediment characteristics cannot always explain the occurrence of clearly different harpacticoid communities. Natural disturbances such as different current bottom velocities, wave action and cycles of tidal mixing are supposed to be as important. The tight relation between sediment composition and hydrodynamics probably has to be refined. The potential interrelation between the topography of the sandbanks (sandwave vs. flattened areas) and other environmental characteristics implies still unrevealed secrets.

Diatom bloom

Settling diatoms during the diatom bloom increase diversity in the harpacticoid community, probably favouring subordinate species or specialist feeders. Density however does not rise.

Anthropogenic influences

Eutrophication

Deposition of *Phaeocystis* detritus has a structuring impact on the harpacticoid community, mainly favouring interstitial species and increasing productivity and species dominance within the community.

Phaeocystis colonies sedimentation does not significantly influence the importance of the directly assimilating epibenthic or endobenthic species in the community but triggers a response of opportunistic species through the detrital/bacterial food web.

Eutrophication may cause an increase in species richness in specific areas, an impoverishment in others, dependent on the amount of organic matter incorporated in the sediment, which is assumed to be dependent on tidal mixing.

Sand extraction

Harpacticoids seem to be useful monitoring tools displaying a spatial variation at an appropriate scale (one sandbank) to detect community changes that are related to small-scale changes induced by sand extraction.

Species richness and density measurements, however, were not appropriate to assess extraction effects at each impacted area in a simple way but species composition offered a more sensitive means of assessing environmental characteristics.

Community changes are more difficult to detect if dealing with a faunal group consisting of a poor community of very mobile species, as is the case for the macrofauna on the Kwintebank. Differences between the macrobenthos of areas of different levels of human disturbance on the Kwintebank are not detected yet, because of potential homogenisation by the extractions, the poverty and wide niche width of the community and the extent to which the community is adapted to high levels of sediment disturbance in these dynamic systems. However, the poverty of samples so far is definitely an additional problem and comparisons with the macrofauna of similar undisturbed areas should be made.

Impact assessment

Tidal mixing on the Kwintebank probably decreases potential negative effects of organic enrichment.

The fauna on the Kwintebank is adapted to the prevailing dynamic conditions and hence more resilient to sand extraction activities.

A threshold value does however exist in respect to sand extraction and care should be taken not to exceed the recovery capacity of the naturally present communities.

Harpacticoid responses to environmental changes can clearly be detected because harpacticoid communities of clear sands on sandbanks are very rich, containing a lot of species differing in fitness and competitive abilities. In predominantly sandy sediments especially interstitial harpacticoids have a high value as ecological indicators. A slight community shift can be assessed by changes in the dominant species, because of the tight zoned occurrence of the indicator species.

An increase of juveniles and interstitial species may reflect stressful conditions due to frequent disturbances, as a result of natural dynamics as well as a result of human-induced stress.

The importance of harpacticoids in marine benthic community analysis and impact assessment cannot continue to be overlooked.

An efficient monitoring should be maintained including the investigation of spatial and temporal variability.

RIBKWALLEN (CTENOPHORA), SCHIJFKWALLEN EN MEDUSEVORMENDE HYDROÏDEN (CNIDARIA: SCYPHOZOA, HYDROZOA) TE ZEEBRUGGE, RESULTATEN VAN 5 JAAR WAARNEMINGEN (1999-2003)

De Blauwe Hans

Watergang 6, B-8380 Dudzele
E-mail: deblauwehans@hotmail.com

During five years, medusae and their sessile stage were investigated in the environment of Zeebrugge (Belgium). As an amateur, I am restricted to investigations near the edge of the water. There is also a restriction in the way of collecting and in research later on. In spite of the primitive approach the results outshine the expectations.

Two species of Ctenophores, 4 species of Scyphozoa and 17 species of hydromedusae were collected. The hydroid has been reared from the medusa in 7 species (*Nemopsis bachei*, *Eucheilota maculata*, *Eutonina indicans*, *Sarsia tubulosa*, *Rathkea octopunctata*, *Aequorea vitrina* and *Margelopsis haeckeli*).

For certain species this investigation yielded some new data on morphology, such as the development of the club-shaped tentacles of *Nemopsis bachei* and the variability of *Eucheilota maculata*.

In Ctenophora the occurrence is related to the relation predator-prey. *Pleurobrachia pileus* is carnivore on plankton and in his turn eaten by *Beroë gracilis*. Both Ctenophores are taken as food by *Aequorea vitrina*.

Separated populations of *Aurelia aurita* have settled in the inner and outer port. For this species the occurrence in summer is related to the winter temperature of the sea-water. A theory is proposed explaining the origin of young medusae, the movement with mass of water, occurrence or absence in the marina according to the tide, concentrations of medusae at sea and the washing up ashore. Abnormalities in the number of gonads are as frequent as in the beginning of the last century.

The formally reported (De Blauwe, 2001) *Pelagia noctiluca* appeared to be the young pelagia-form of *Cyanea lamarcki*.

Fairly young medusae of *Chrysaora hysoscella* and *Rhizostoma octopus* indicate the possible occurrence of scyphistomae in the neighbourhood.

In Hydrozoa some remarkable observation were made. The life cycle of *Margelopsis haeckeli* could be followed in captivity. This yielded a hydroid developing more oral tentacles than formerly reported. A hydroid and hydromedusae were collected in the month of September, being a late observation.

Rathkea octopunctata is indigenous in the inner port and occurs in great numbers every year. The hydroid was found in Belgium for the first time. Cultivated hydrants of the latter species grew larger than formerly reported.

For *Nemopsis bachei* a vector of introduction is proposed. Rearing the hydroid yielded specimens conform the description of K hl (1962). It was proved that the hydroid occurs in the marina by discovery of a reduced polypoid. The difficulty of finding the hydroid in nature is explained. The development from young medusae and the origin of the club-shaped tentacles is given. The number of normal tentacles is compared with observations on other find-spots.

An explanation is given for the occurrence of *Melicertum octocostatum* in the inner port.

It is probable that *Eucheilota maculata* and *Eucheilota flevensis* represent one variable species. *Eucheilota*'s were even found with 3 cirri at both sides of a tentacle. The variability might be related to the conditions of life. The stolon of the hydroid is smooth, in contrast with Cornelius (1995).

There are indications that the hydroid of *Aequorea vitrina* occurs in the inner port of Zeebrugge and in the Netherlands in 'het Grevelingenmeer'. The hydroid was cultivated from the medusae. *Aequorea forskalea* was collected in the marina.

A description of an unknown or deviated *Eirene* is given. At last abnormalities of some hydromedusae are enumerated.

FACTORS INFLUENCING THE HABITAT VALUE OF TIDAL MARSHES FOR NEKTON IN THE WESTERSCHELDE ESTUARY

Hampel Henrietta

University of Ghent, Marine Biology Section

Krijgslaan 281/S8, B-9000 Gent

Present address: Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Freshwater Biology, Vautierstraat 29, B-1000 Brussel

E-mail: hhampel@naturalsciences.be

An ecotone is a zone where two ecosystems overlap and which supports species from both ecosystems besides the species found only in that zone. Ecotones may have a higher diversity than the surrounding ecosystems since species may invade this area from both sides. However, lower species diversity may also be characteristic to ecotones since, due to the transitional position and unfavourable environmental conditions only a few generalist species may be adapted to cope with such an environment.

Intertidal saltmarshes are considered ecotones due to their positions between the terrestrial and marine or estuarine ecosystems. In the saltmarshes the environmental conditions (e.g. tide, exposure time, temperature, salinity) are constantly changing. Due to the constantly changing environment several factors may influence the habitat value of saltmarshes for nekton species. This study focuses on three aspects that affect the habitat value of the intertidal marshes in the Westerschelde Estuary: short-term temporal changes, small and large-scale spatial variation and marsh age.

Influence of short term temporal changes on the marsh habitat value

The aim of **Chapter 2** was to investigate the effect of short-term temporal variation on the marsh faunal assemblages. The objectives included the description of the change of species densities and community structure during tidal, diel and semi-lunar cycle. Three null-hypotheses were formed as follow: 1- Number of migrating individuals does not differ between the different hours of the tidal cycle. 2- There is no difference in density of the main marsh visiting species during day and night. 3- There is no difference in nekton species densities and community structure between spring and neap tide. Samples were collected during seven tidal cycles from spring tide till neap tide to cover the period of a semi-lunar cycle in August 1994. On consecutive days, day and night samples were taken at spring and at neap tide. Similar to other investigations this study showed the existence of a strong tidal influence on the migration of nekton in and out of the marsh habitat. During the tidal cycles two different tidal-migration modes were observed. The mysid shrimp, *Mesopodopsis slabberi* showed a maximum abundance around high tide. For the remaining common species, the mysid *Neomysis integer*, the shrimp *Palaemonetes varians*, the crab *Carcinus maenas*, the common goby *Pomatoschistus microps* and the amphipod *Corophium volutator* highest numbers were recorded during lower water heights. These species migrate at the edge of the tides maximizing the utilization of the marsh creek habitat. This indicates the importance of tidal creeks for several species. A diel variation of the faunal assemblages was also observed. The total density of nekton and the densities of *Crangon crangon*, *P. microps*,

C. volutator, *P. varians*, and *C. maenas* were higher during the night hours both at spring and at neap tide. In other studies, *Crangon crangon* and *Corophium volutator* were reported to be more active during night hours, which may explain the higher abundance in the marsh creek. During spring tide a difference in community composition was noticed between the night and the day samples. At neap tide, day and night differences were less clear. The effect of the semi-lunar cycle on the nekton assemblages was also observed. Recorded total densities were generally higher during spring tide and lower during neap tide although at maximum water levels, a decrease in total density was observed. A multivariate analysis indicated a change in community composition between spring and neap tides. The first null-hypothesis was rejected since strong tidal influence was observed leading the activity of several species in the studied intertidal creek. Observations showed that most of the main species migrate in the first and the last hours of the tidal cycle while others like *Mesopodopsis slabberi* occurred in maximum numbers at high water. The second null-hypothesis was not proved because several species showed density differences during day and night. Diel changes influenced the density of some species however the few sampling occasions do not allow further conclusions. The third null-hypothesis was rejected due to the observation that most of the species had different densities at spring and at neap tide and the community structure also differed between the lunar phases. However explanation of this finding is still lacking therefore there is a need for more occasions with given sets of conditions in order to reach firm conclusions and to show robust patterns.

In **Chapter 3** changes in the diet of the common goby over a complete semi-lunar cycle were investigated to obtain a better understanding of the influence of tidal, diel and semi-lunar cycles on marsh habitat usage. The study aimed to describe the feeding habit of juvenile *Pomatoschistus microps* during the semi-lunar period, to investigate the separate and combined effect of the tidal, diel and semi-lunar cycle on the feeding behaviour of juvenile gobies and to quantify the change in tidal food consumption. Null hypotheses were set as follows: 1- There is no difference in feeding habit between flood and ebb period. 2- Gobies feed similar during day and night. 3- No difference of the feeding habit of *P. microps* exists between spring and neap tide period. 4- There is no combined effect of the different short term cycles on the foraging habit of the common gobies. *Pomatoschistus microps* was chosen because this is a typical intertidal species that uses the marshes as a nursery and a foraging ground. Individuals enter the marsh creek at the beginning of the tidal cycle with a relatively empty stomach and leave the marsh with a higher stomach content. This indicates the strong dependence of the feeding habit on the tidal cycle and the intense utilisation of the area as a foraging ground. A diel effect on the feeding habit of *P. microps* was present. In marsh creeks common gobies generally foraged more intensively during day than during night. The influence of the diel cycle was inferior in comparison with the tidal influence. This seems obvious as the tides form the main environmental influence on the habitat and the ecology of marsh species. A significant difference in foraging activity occurred also between spring and neap tide. The common goby migrated in lower abundances into the creek during spring tide but foraged more intensively. Both at spring and neap tide, a significant difference was found in the fullness index between day and night. At spring tide, gobies fed more during day while at neap tide they foraged more intensively at night. No clear explanation could be given for the combined effect of the diel and the semi-lunar cycle.

Influence of spatial variation on the marsh habitat value

Hydrology strongly influences the formation of the typical physiographic features in the marsh (creeks, ponds, pans and vegetated marsh flat) creating small-scale habitats. These marsh features can have distinct environmental parameters and represent different habitats for species utilizing the marsh. In estuaries, another physical factor besides hydrology is the large-scale salinity change, which is considered to strongly influence the faunal assemblages. In **Chapter 4** the aim of the study was to investigate the effect of salinity changes combined with the small-scale spatial variation on the marsh habitat value. The first objective of this study was to examine how the fish and macrocrustacean marsh fauna within one estuary differ between salinity regions including the fresh water area. The second objective was to determine the differences in the utilization of three marsh habitats (large and small creek and the marsh pond) by nektonic species. The following null-hypotheses were set: 1- There is no difference in epibenthic species composition between the marshes with different salinity. 2- Same species utilize the three marsh habitats like large and small channel and marsh pond. Samples were taken between spring and autumn 2000 in five marshes along the salinity gradient of the Schelde River. The euhaline Zwin, the polyhaline Zuidgors, the mesohaline Waarde and Saeftinghe and the freshwater Grembergen were chosen. In each marsh different habitats (large creek, small creek and marsh pond) were sampled. Similar environmental conditions may have resulted that the main species (*Platichthys flesus*, *Dicentrarchus labrax*, *Pomatoschistus microps*, *Carcinus maenas*, *Palaemonetes varians*) migrating in the marsh utilised both large and small creeks. Only *Anguilla anguilla* was not captured in the small creek habitat although this species has a wide environmental tolerance. In accordance with other investigations only few species utilised the marsh ponds. In the tidal pools, only *Palaemonetes varians* appeared in high numbers. Among fish species the common goby *Pomatoschistus microps* and *Gasterosteus aculeatus* were present although the latter one was captured only a few times. The tidal freshwater marsh had a species poor fauna and only low numbers of fish were caught. Besides some freshwater species, *Anguilla anguilla* was still an important fish. Amongst the poly- and mesohaline marshes no differences could be detected in nekton species composition. The dominant species were the flounder *Platichthys flesus* and the seabass *Dicentrarchus labrax*. In the euhaline marsh, *P. flesus* was not captured and numbers of *D. labrax* were low. This pattern could be the result of the salinity preference of flounder. The utilisation of the marsh creek by seabass may be less intense in the euhaline area although the lower catching efficiency of the fyke nets seems to have biased this result. Species are able to adapt and invade marsh areas where environmental variables constantly change and are probably also capable of using different marsh habitats under a wide range of salinity.

Food availability will also strongly influence the utilisation of an area by fish and macrocrustaceans. Macrobenthos is an important food source for nekton species. To better understand the potential of the marsh as feeding grounds **Chapter 5** focuses on the main macrobenthic prey species. The objective of this chapter was to investigate temporal and spatial variation of macrobenthos. The study also aimed to compare the macrobenthic density and biomass between the marsh and the intertidal flat especially focused on a few taxa, which are an important food source for the marsh visiting fish species. Null-hypotheses were: 1- Macrobenthos exhibit similar seasonal pattern in

every marsh. 2- There is no change in the density, biomass and diversity of macrobenthos in the marshes with different salinity. 3- There is no difference in density and biomass of *Nereis diversicolor*, *Corophium volutator*, *Macoma baltica* and *Oligochaeta* between the intertidal flat and the marsh creeks. Samples were taken in the five marshes along the salinity gradient of the Schelde River every six weeks from May till October 2000. Macrobenthic total and species densities and the biomass of the four dominant taxa (the amphipod *Corophium volutator*, the polychaete *Nereis diversicolor*, the mollusc *Macoma baltica* and *Oligochaeta*) were measured and diversity indices were calculated. In Saeftinghe and Waarde the macrobenthic density peak occurred during summer while in Zuidgors and Zwin densities declined towards autumn. Higher macrobenthic biomass was measured during the second part of the sampling period due to abundance of *Nereis diversicolor* and *Macoma baltica*. The biomass of the four taxa was highest in August in every marsh except in Saeftinghe where the biomass peaked in October. The abundance of macrofauna fluctuated along the salinity gradient without any spatial trend due to the dominance of oligochaetes. In contrast, the diversity and the total biomass increased towards the euhaline area. Among the main taxa the density and biomass of *N. diversicolor* and *M. baltica* showed a significant positive correlation with salinity. The sampled marshes supported higher densities and biomass of these two species and a lower density and biomass of *C. volutator* than the intertidal flat of the Westerschelde Estuary during early autumn 2000.

Chapter 6 presents the feeding habit of the main predator fish species through qualitative stomach analysis in different salt marshes situated along the salinity gradient of the Westerschelde Estuary. The objectives of the study were to assess the importance of marsh creeks as feeding grounds for larger seabass and flounder and to define the relative importance and impact of *Platichthys flesus* and *Dicentrarchus labrax* as predators on the infauna and the nursery/refuge function of the creeks for juvenile fish and crustaceans. The following null-hypotheses were set: 1- There is no difference in niche breadth of *P. flesus* and *D. labrax* in the marshes with different salinity. 2- There is no difference in fullness index of the two fish species between the marshes. 3- Predation of flounder and seabass does not affect significantly the macrobenthic stock in the intertidal creeks. 4- Due to the presence of the predatory fish marsh creek does not represent a good nursery area for other species. The study focused on flounder and seabass because these species occur in higher abundances and their postlarvae use marshes as nurseries. Qualitative stomach analyses showed that the two most important benthic prey items for flounder were *Corophium volutator* and *Nereis diversicolor*. *D. labrax* preyed upon a wider range of species and the main prey items were *C. volutator*, *N. diversicolor*, *Crangon crangon*, *Carcinus maenas* and *Orchestia* species. In the diet of *Anguilla anguilla* oligochaetes, *C. maenas*, *N. diversicolor* and *Orchestia* spp. were important. Both the stomach content diversity of *D. labrax* and *P. flesus* showed differences between the five marshes. The stomach content diversity indices of flounder in Waarde were generally lower and differed significantly from Saeftinghe and Zuidgors, which had similar indices. *D. labrax* had significantly different diet diversity indices between Waarde and Zuidgors although no typical species change could be attributed to the observed patterns. The fullness indices of the stomachs of the flounder and seabass in the marshes along the salinity gradient did not show significant differences indicating that these two species find similar foraging opportunities in all areas. The similar high macrobenthic stock in all five marshes also supports this conclusion. The

minimum consumption of flounder, seabass and European eel from the macrobenthic stock showed that these predators do not control the marsh infauna. The food was abundant and the availability of the potential prey did not restrict the utilization of the marsh creeks by fish. No correlations were found between the abundances of macrobenthos and fish. The very high abundances of the benthic food items might contribute to the fact that the typical nursery species like *C. crangon*, *C. maenas*, postlarvae of *P. flesus* and *D. labrax* and *Pomatoschistus microps* were not preyed upon significantly. The spatial or temporal segregation of these species from the predator fish increases the survival of the former and support the hypothesis that marsh creeks offer good refuge opportunities.

Marsh age as an influencing factor on marsh habitat value

During the maturation process, the physical and chemical characteristics of a marsh system change constantly and consequently influence the potential of an area as a habitat for fish and macrocrustaceans. **Chapter 7** aimed to compare a mature and developing marsh creek as a habitat for nekton species. The objective of the study was to investigate whether there are differences in utilisation of a mature and a developing marsh creek. The null-hypotheses were as follow: 1- There is no difference in total and species densities between the two areas. 2- Biomass of nekton species did not differ in the mature and developing marsh creek. 3- Common gobies exhibit similar growth during the sampling period in the two areas. To investigate the effect of marsh age on the nursery function, a mature (Saeftinghe) and a developing marsh (Sieperda) of the Westerschelde Estuary were sampled between April and October 1999. Density and biomass of nekton species and the length-frequency distribution of the most common marsh fish, *Pomatoschistus microps* were recorded. The densities of the main nursery species (*P. microps*, *Dicentrarchus labrax*, *Crangon crangon*, *Carcinus maenas*) and the total nekton density were higher in the mature marsh although no significant difference was found. In Saeftinghe, a density peak was mainly due to large numbers of the mysid, *Neomysis integer*. In Sieperda, maximum abundance of the mysid, *Mesopodopsis slabberi* caused the peak density. This difference in species dominance was observed in all samples. Total and most species biomasses were significantly higher in the mature marsh. Mysid shrimp (*N. integer*) and fish (mainly *P. microps*) were the main contributors to the biomass in the mature marsh. Herring, sprat (*Clupeidae*) and shore crab, *Carcinus maenas* were more important in Sieperda. In the mature marsh the observed length of the juvenile common goby increased during the sampling period while in the developing marsh the length of the gobies remained small. These observations indicate that fish and macrocrustaceans do migrate in the developing marsh but the utilisation of the marsh creek is still less intense compared to the mature marsh.